



Ministério da Agricultura,  
Mar, Ambiente e  
Ordenamento do Território

**ARH**  
ALENTEJO

Administração da  
Região Hidrográfica  
do Alentejo I.P.

# PLANOS DE GESTÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS INTEGRADAS NAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS 6 E 7

## REGIÃO HIDROGRÁFICA 6 Volume I – Relatório

**Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico**  
Tomo 2 – Caracterização das massas de água  
superficiais e subterrâneas  
Tomo 2A – Peças escritas

t09122/04 Jun 2011; Edição de Fev 2012 (após Consulta Pública)

Co-financiamento



AGRUPAMENTO:

**nemus** ●  
Gestão e Requalificação Ambiental

 **ecosistema**

**AGRO.GES**   
SOCIEDADE DE ESTUDOS E PROJECTOS



# **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica 6**

## **VOLUME I- Relatório**

### **Parte 2- Caracterização e Diagnóstico**

---

#### **TOMO I**

##### **1. Caracterização territorial e fisiográfica**

- 1.1. Caracterização territorial e institucional
- 1.2. Caracterização climatológica
- 1.3. Caracterização geológica, geomorfológica e hidrogeológica

#### **TOMO 2**

##### **2. Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas**

- 2.1. Caracterização das massas de água de superfície
- 2.2. Caracterização das massas de água subterrâneas

#### **TOMO 3**

##### **3. Caracterização sócio-económica, ordenamento do território e usos da água**

- 3.1. Caracterização sócio-económica
- 3.2. Caracterização do solo e ordenamento do território
- 3.3. Caracterização dos usos e necessidades de água

## **TOMO 4**

### **4. Análise de riscos e zonas protegidas**

- 4.1. Caracterização e análise de riscos
- 4.2. Caracterização de zonas protegidas

## **TOMO 5**

### **5. Pressões significativas**

- 5.1. Enquadramento
- 5.2. Massas de água superficiais
- 5.3. Massas de água subterrâneas

## **TOMO 6**

### **6. Monitorização das massas de água**

- 6.1. Caracterização das redes de monitorização das massas de águas superficiais
- 6.2. Caracterização das redes de monitorização das massas de água subterrâneas

## **TOMO 7**

### **7. Estado das massas de água**

- 7.1. Caracterização do estado das massas de água superficiais
- 7.2. Avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas
- 7.3. Avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas
- 7.4. Caracterização das massas de água com estado inferior a bom

## **TOMO 8**

### **8. Síntese da caracterização e diagnóstico**

- 8.1. Síntese da caracterização
- 8.2. Estado de cumprimento das disposições legais relacionadas com os recursos hídricos
- 8.3. Diagnóstico

# **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica 6**

## **Volume I- Relatório**

### **Parte 2- Caracterização e Diagnóstico**

#### **Tomo 2- Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas**

**Tomo 2A - Peças escritas**

**Tomo 2B - Peças desenhadas**

**Tomo 2C - Anexos**

Agrupamento:

**nemus** ●  
Gestão e Requalificação Ambiental

 **ecossistema**

**AGRO.GES**   
SOCIEDADE DE ESTUDOS E PROJECTOS

*Esta página foi deixada propositadamente em branco*

# Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica 6

## Volume I- Relatório

### Parte 2- Caracterização e Diagnóstico

#### Tomo 2A- Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas

#### ÍNDICE

---

<b>2. Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas</b>	<b>I</b>
2.1. Caracterização das massas de água de superfície	I
2.1.1. Introdução	I
2.1.2. Caracterização das Tipologias de Massas de Água	3
2.1.3. Delimitação das Massas de Água	39
2.1.4. Identificação, Localização Geográfica e Limites das Massas de Água	56
2.1.5. Avaliação das Disponibilidades de Água em Regime Natural e Modificado	58
2.1.6. Massas de Água Artificiais e Fortemente Modificadas	99
2.1.7. Condições de Referência para Rios	152
2.1.8. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Fortemente Modificadas – Albufeiras/Açudes	170
2.1.9. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rio a Jusante de Barragens	179
2.1.10. Condições de referência para Águas de Transição	192
2.1.11. Condições de referência para Águas Costeiras	216
2.1.12. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Artificiais	227

2.2. Caracterização das massas de água subterrâneas	229
2.2.1. Bacia de Alvalade (T6)	229
2.2.2. Sines (O32)	247
2.2.3. Viana do Alentejo-Alvito (A6)	270
2.2.4. Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (A01RH6)	284
2.2.5. Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (O01RH6)	316
2.2.6. Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado (T01RH6)	330
2.2.7. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (A0z2RH6)	341
2.2.8. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (A0z1RH6)	354
2.2.9. Caracterização aprofundada das massas de água em situação de risco	368
2.2.10. Caracterização específica das massas de água em situação de risco	391
2.2.11. Identificação das zonas potenciais para a promoção da recarga de aquíferos	402
<b>Bibliografia</b>	<b>410</b>



## ÍNDICE DE QUADROS

---

Quadro 2.1.1 – Factores considerados no Sistema A e no Sistema B para Rios	4
Quadro 2.1.2 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Rios	5
Quadro 2.1.3 – Factores obrigatórios do Sistema B para Rios adoptados em Portugal	7
Quadro 2.1.4 – Factores facultativos do Sistema B para Rios adoptados em Portugal	8
Quadro 2.1.5 – Variáveis utilizadas no processo de selecção dos locais de referência	12
Quadro 2.1.6 – Lista das principais variáveis ambientais (factores obrigatórios e facultativos) para as várias Tipologias de Rios identificados no território nacional	18
Quadro 2.1.7 – Tipologias de rios existentes na RH do Sado e Mira	21
Quadro 2.1.8 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Lagos	22
Quadro 2.1.9 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Lagos	23
Quadro 2.1.10 – Factores do Sistema B para Albufeiras adoptados em Portugal	24
Quadro 2.1.11 – Média e desvio-padrão das variáveis consideradas na tipologia B da DQA. As variáveis utilizadas pelas funções discriminantes estão assinaladas a negrito	27
Quadro 2.1.12 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Águas de Transição	28
Quadro 2.1.13 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Águas de Transição	28
Quadro 2.1.14 – Lista de factores utilizados na definição da tipologia das águas de transição em Portugal continental	30
Quadro 2.1.15 – Lista dos tipos identificados para a categoria das águas de transição em Portugal Continental.	31
Quadro 2.1.16 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Águas Costeiras	33
Quadro 2.1.17 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Águas Costeiras	34
Quadro 2.1.18 – Lista de factores utilizados na definição da tipologia das águas costeiras	35
Quadro 2.1.19 – Lista tipos identificados para a categoria águas costeiras	37
Quadro 2.1.20 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massa de Água Lagos ou Albufeiras”	46
Quadro 2.1.21 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte I)	47

Quadro 2.1.22 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 2)	48
Quadro 2.1.23 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 3)	49
Quadro 2.1.24 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 4)	49
Quadro 2.1.25 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massas de Água Rios Artificiais” – Art.º 5.º da DQA	51
Quadro 2.1.26 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massas de Água Rios Artificiais” – Art.º 13.º da DQA	53
Quadro 2.1.27 – Novas Massas de Água Delimitadas na RH6	53
Quadro 2.1.28 – Características fisiográficas das bacias hidrográficas principais e rede hidrográfica	60
Quadro 2.1.29 – Escoamentos gerados nas bacias hidrográficas principais	74
Quadro 2.1.30 – Escoamentos mensais gerados nas bacias hidrográficas principais da RH6	76
Quadro 2.1.31 – Volumes de escoamento na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime natural	80
Quadro 2.1.32 - Regime de caudais ecológicos em % do caudal modular	82
Quadro 2.1.33 – Percentagem de evaporação, caudal ecológico e consumos relativamente às aflúências naturais na RH6 em ano seco, médio e húmido	84
Quadro 2.1.34 – Caudal ecológico efectivo, para a Bacia do Sado, e percentagem relativamente às aflúências em ano seco, médio e húmido	88
Quadro 2.1.35 - Caudal ecológico efectivo, para a Bacia do Mira, e percentagem relativamente às aflúências em ano seco, médio e húmido	88
Quadro 2.1.36 – Grandes reservatórios considerados no cálculo da evaporação na RH6	90
Quadro 2.1.37 – Evaporação dos reservatórios comparada com aflúências na RH6	91
Quadro 2.1.38 – Percentagem de evaporação e caudal ecológico obtidos para uma regularização de 50% das aflúências	92
Quadro 2.1.39 – Volume de escoamento disponível acumulado relativo a cada ano hidrológico	92
Quadro 2.1.40 – Volumes de escoamento acumulado na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime modificado	94
Quadro 2.1.41 – Massas de água identificadas como artificiais na RH6 no âmbito do Artigo 5º da DQA	106
Quadro 2.1.42 – Caracterização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH) identificados provisoriamente como massas de água artificiais	110

Quadro 2.1.43 – Canais de Rega a considerar no processo de revisão das massas de água artificiais (Artigo 13.º da DQA)	112
Quadro 2.1.44 – Resumo das alterações físicas (pressões) e impactes (na hidromorfologia e biologia) resultantes dos usos específicos das massas de água	115
Quadro 2.1.45 – Albufeiras/Açudes identificadas como fortemente modificadas no âmbito do Artigo 5.º	118
Quadro 2.1.46 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira (s.i. – sem informação)	127
Quadro 2.1.47 – Troços de rio a jusante de barragens identificados como massas de água fortemente modificadas no âmbito do Artigo 5.º	130
Quadro 2.1.48 – Albufeira em exploração a considerar no processo de revisão das massas de água fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira	140
Quadro 2.1.49 – Características das massas de água a considerar no processo de revisão das massas de água fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira (s.i. – sem informação)	142
Quadro 2.1.50 – Albufeiras em fase de construção/projecto na Região Hidrográfica do Sado e Mira	144
Quadro 2.1.51 – Troços de rio fortemente modificados a considerar no processo de revisão das massas de água (Artigo 13º da DQA)	147
Quadro 2.1.52 – Locais de referência da categoria rios amostrados em 2004/2006 e em 2009 e sua distribuição por tipo e Região Hidrográfica	153
Quadro 2.1.53 – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão (n=15).	155
Quadro 2.1.54 – Diatomáceas (espécie/variedade) indicadoras de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão	156
Quadro 2.1.55 – Famílias de Invertebrados bentónicos indicadoras de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão	157
Quadro 2.1.56 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão	158
Quadro 2.1.57 – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para os Rios do Sul de Média-Grande Dimensão (n=9)	160
Quadro 2.1.58 – Famílias de Invertebrados bentónicos indicadores de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	161
Quadro 2.1.59 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	162
Quadro 2.1.60 – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul (n=8)	164
Quadro 2.1.61 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores do tipo Rios Montanhosos do Sul	165

Quadro 2.1.62 – Invertebrados indicadores de condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul	165
Quadro 2.1.63 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul	166
Quadro 2.1.64 – Valores Médios e Desvio Padrão de parâmetros físico-químicos de caracterização gera em condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (n=2)	168
Quadro 2.1.65 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores do tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	168
Quadro 2.1.66 – Invertebrados indicadores de condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	169
Quadro 2.1.67 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	170
Quadro 2.1.68 – Período analisado e origem dos dados por elemento de qualidade para a definição do Máximo Potencial Ecológico	172
Quadro 2.1.69 – Parâmetros físico-químicos gerais que caracterizam o Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul.	174
Quadro 2.1.70 – Valores estatísticos para de clorofila <i>a</i> indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras Sul	175
Quadro 2.1.71 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul	176
Quadro 2.1.72 – Taxa de exuvia indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul	177
Quadro 2.1.73 – Invertebrados bentónicos indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul	177
Quadro 2.1.74 – Macrófitos indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul	178
Quadro 2.1.75 – Fauna Piscícola indicadora de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul	179
Quadro 2.1.76 – Variação interquartil de parâmetros físico-químicos gerais indicadores de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão	182
Quadro 2.1.77 – Variação interquartil de parâmetros físico-químicos gerais indicadores de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	184
Quadro 2.1.78 – Valores de parâmetros físico-químicos gerais que identificam as condições de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeira” no tipo Montanhoso do Sul (n=1)	186

Quadro 2.1.79 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Montanhoso do Sul	187
Quadro 2.1.80 – Invertebrados indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Montanhoso do Sul	188
Quadro 2.1.81 – Valores de parâmetros físico-químicos gerais que identificam as condições de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeira” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (n=1)	190
Quadro 2.1.82 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	191
Quadro 2.1.83 – Invertebrados indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	191
Quadro 2.1.84 – Comparação entre as etapas da metodologia ASSETS e a Directiva Quadro da Água.	199
Quadro 2.1.85 – Critérios utilizados para classificar as pressões hidromorfológicas a actuar em massas de água de transição como significativas.	205
Quadro 2.1.86 – Classes de concentração de oxigénio dissolvido utilizadas no âmbito da aplicação do ASSETS e sua adaptação para avaliação das massas de água de transição segundo os requisitos da DQA	206
Quadro 2.1.87 – Níveis para a classificação do parâmetro indicador de biomassa de fitoplâncton, concentração de Clorofila a, do método ASSETS da NOAA .	207
Quadro 2.1.88 – Condições de referência para o indicador de biomassa de Fitoplâncton, concentração de Clorofila a, do IFREMER.	208
Quadro 2.1.89 – Adaptação das condições de referência do Método ASSETS para o elemento de qualidade biológica “Fitoplâncton”, tendo em conta o parâmetro indicador “Percentil 90 da concentração de Clorofila a”, às classes propostas pela Directiva Quadro da Água.	208
Quadro 2.1.90 – Condições de referência para o percentil 90 da concentração de Clorofila a para estuários largos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA	209
Quadro 2.1.91 – Condições de referência para o percentil 90 da concentração de Clorofila a para estuários estreitos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA	209
Quadro 2.1.92 – Condições de referência para a frequência de ocorrência de <i>blooms</i> de microalgas para estuários largos e estreitos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA	210
Quadro 2.1.93 – Valores de referência para florescimentos de macroalgas	211

Quadro 2.1.94 – Métricas que compõem a opção 2 do índice MAB e critérios de classificação	212
Quadro 2.1.95 – Condições de referência para as métricas composição taxonómica e desvio relativo à cobertura óptima	212
Quadro 2.1.96 – Lista de espécies principais e secundárias definidas para a determinação do estado com base na métrica “composição taxonómica”	213
Quadro 2.1.97 – Valores de fronteira entre as classes de qualidade ecológica das massas de água de transição com base na vegetação de sapal	213
Quadro 2.1.98 – Valores de referência para florescimentos de macroalgas	214
Quadro 2.1.99 – Índice “ <i>Estuarine Fish Assessment Index</i> ” (EFAI)	215
Quadro 2.1.100 – Correspondência entre os resultados do índice EFAI, os valores de EQR e as classes de qualidade ecológica	216
Quadro 2.1.101 – Critérios de classificação das pressões hidromorfológicas a actuar em zonas costeiras como significativas.	221
Quadro 2.1.102 – Condições utilizadas pelo INAG na identificação das massas de água em risco no relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas (Artigo 5º) (INAG, 2005).	222
Quadro 2.1.103 – Condições de referência consideradas na metodologia P-MarMAT.	224
Quadro 2.1.104 – Limites para cada uma das métricas da metodologia P-MarMAT.	225
Quadro 2.1.105 – Fronteiras entre as várias classes de estado para o elemento de qualidade biológica “Macroalgas”.	226
Quadro 2.1.106 – valores de referência para cada um dos três índices que integram o P-BAT	226
Quadro 2.1.107 – Fronteiras entre as várias classes de estado para o elemento de qualidade biológica “Macroinvertebrados bentónicos”.	227
Quadro 2.1.108 – Condições Gerais para se atingir o Máximo Potencial Ecológico em Massas de Água Artificiais - canais de rega	228
Quadro 2.2.1 – Características gerais da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	232
Quadro 2.2.2 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	236
Quadro 2.2.3 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	238
Quadro 2.2.4 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	239
Quadro 2.2.5 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	239

Quadro 2.2.6 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	241
Quadro 2.2.7 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	243
Quadro 2.2.8 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	244
Quadro 2.2.9 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea Bacia de Alvalade	245
Quadro 2.2.10 – Consumos privados, por concelho, na massa de água subterrânea Bacia de Alvalade	246
Quadro 2.2.11 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	247
Quadro 2.2.12 – Características gerais para a massa de água subterrânea de Sines	250
Quadro 2.2.13 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea de Sines	255
Quadro 2.2.14 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea de Sines	257
Quadro 2.2.15 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea de Sines	257
Quadro 2.2.16 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea de Sines	258
Quadro 2.2.17 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea de Sines	260
Quadro 2.2.18 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Sines, aquífero poroso	261
Quadro 2.2.19 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Sines, aquífero cársico	262
Quadro 2.2.20 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea de Sines	266
Quadro 2.2.21 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea Sines	267
Quadro 2.2.22 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Sines	267
Quadro 2.2.23 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea de Sines	269
Quadro 2.2.24 – Características gerais para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	271
Quadro 2.2.25 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	273

Quadro 2.2.26 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	275
Quadro 2.2.27 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	276
Quadro 2.2.28 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	276
Quadro 2.2.29 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	278
Quadro 2.2.30 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	280
Quadro 2.2.31 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Viana do Alentejo-Alvito	281
Quadro 2.2.32 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Viana do Alentejo-Alvito	281
Quadro 2.2.33 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	283
Quadro 2.2.34 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	286
Quadro 2.2.35 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)	287
Quadro 2.2.36 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)	287
Quadro 2.2.37 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)	287
Quadro 2.2.38 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	290
Quadro 2.2.39 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	292
Quadro 2.2.40 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	293
Quadro 2.2.41 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	294
Quadro 2.2.42 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	295
Quadro 2.2.43 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	297



Quadro 2.2.44 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Montemor-o-Novo)	299
Quadro 2.2.45 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)	301
Quadro 2.2.46 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Évora)	303
Quadro 2.2.47 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)	304
Quadro 2.2.48 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)	306
Quadro 2.2.49 – Valores médios de condutividade e iões principais na massa de água subterrânea dos Gabros de Beja no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	307
Quadro 2.2.50 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	309
Quadro 2.2.51 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)	309
Quadro 2.2.52 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)	310
Quadro 2.2.53 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)	310
Quadro 2.2.54 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	312
Quadro 2.2.55 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	313
Quadro 2.2.56 – Consumos privados conhecidos por concelho, por concelho, na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	314
Quadro 2.2.57 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da bacia do Sado	315
Quadro 2.2.58 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	319
Quadro 2.2.59 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector da Arrábida)	320
Quadro 2.2.60 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector de Santiago do Cacém)	320
Quadro 2.2.61 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	322

Quadro 2.2.62 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	324
Quadro 2.2.63 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea a da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	325
Quadro 2.2.64 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector da Arrábida)	325
Quadro 2.2.65 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector de Santiago do Cacém)	326
Quadro 2.2.66 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	326
Quadro 2.2.67 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	328
Quadro 2.2.68 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	328
Quadro 2.2.69 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	329
Quadro 2.2.70 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	331
Quadro 2.2.71 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	334
Quadro 2.2.72 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	336
Quadro 2.2.73 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	337
Quadro 2.2.74 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	338
Quadro 2.2.75 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	339
Quadro 2.2.76 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	339
Quadro 2.2.77 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	340
Quadro 2.2.78 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	342
Quadro 2.2.79 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	344

Quadro 2.2.80 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	347
Quadro 2.2.81 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (aquífero do Plio-Quaternário)	348
Quadro 2.2.82 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	349
Quadro 2.2.83 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (aquífero do Plio-Quaternário)	349
Quadro 2.2.84 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	350
Quadro 2.2.85 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	351
Quadro 2.2.86 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	352
Quadro 2.2.87 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	353
Quadro 2.2.88 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	355
Quadro 2.2.89 – Características da área de drenagem da massa de água da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	357
Quadro 2.2.90 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	360
Quadro 2.2.91 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (aquífero do Plio-Quaternário)	361
Quadro 2.2.92 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	362
Quadro 2.2.93 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (aquífero do Plio-Quaternário)	363
Quadro 2.2.94 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	364
Quadro 2.2.95 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	365
Quadro 2.2.96 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	365
Quadro 2.2.97 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da bacia do Sado	367

Quadro 2.2.98 – Critérios para a classificação das massas de água subterrânea	369
Quadro 2.2.99 – Estatísticas dos elementos nos pontos de amostragem na massa de água subterrânea de Sines ( <i>in Cambel et al., 2009</i> )	371
Quadro 2.2.100 – Valores de transmissividade (T) calculados por calibração inversa, para as zonas apresentadas na Figura 2.2.17 (valores em notação científica)	384
Quadro 2.2.101 – Propriedades médias dos solos da massa de água subterrânea de Sines	387
Quadro 2.2.102 – Caudais de transferências do aquífero detrítico superior da massa de água subterrânea de Sines nas ribeiras que constituem a sua área de descarga	389
Quadro 2.2.103 – Recarga a longo prazo	390
Quadro 2.2.104 – Finalidade a que se destinam as captações de água subterrânea na massa de água subterrânea de Sines	392
Quadro 2.2.105 – Taxas de descarga por origem na massa de água subterrânea de Sines	395
Quadro 2.2.106 – Características físico-químicas das descargas na massa de água subterrânea de Sines	397
Quadro 2.2.107 – Ficha resumo para a massa de água subterrânea de Sines	399
Quadro 2.2.108 – Parâmetros influentes no processo de infiltração	403
Quadro 2.2.109 – Parâmetros mínimos para identificação e delimitação de zonas de infiltração máxima	404
Quadro 2.2.110 – Classes dos diferentes factores que permitem a determinação do índice de facilidade de infiltração	406
Quadro 2.2.111 – Índice de Facilidade de infiltração	407

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 2.1.1 – Factores para a determinação de tipos segundo o sistema B definido pela DQA: regiões morfoclimáticas (A) e classes de mineralização (B) (Fonte: INAG, 2008a)	10
Figura 2.1.2 – Tipologia final com 15 Tipos de Rios em Portugal Continental, definida no âmbito da implementação da DQA	13
Figura 2.1.3 – Tipologias de Rios presentes na RH6	21
Figura 2.1.4 – Tipologia final com 3 Tipos de Massas de Água Fortemente Modificadas (Albufeiras) em Portugal Continental, definida no âmbito da implementação da DQA	26
Figura 2.1.5 – Tipologias da categoria Águas de Transição na RH6	32
Figura 2.1.6 – Tipologias da categoria Águas Costeiras na RH6	39
Figura 2.1.7 – Delimitação das Eco-regiões em que Portugal se insere	40
Figura 2.1.8 – Excertos da sobreposição de elementos oficiais e propostos para o tema “Rios Artificiais”	52
Figura 2.1.9 – Albufeira do Paço e troços de rio a jusante	55
Figura 2.1.10 – Delimitação das massas de água artificiais (temas oficiais e temas propostos)	56
Figura 2.1.11 – Representação esquemática do ciclo hidrológico do SWAT	61
Figura 2.1.12 – Valores médios da precipitação em ano seco	65
Figura 2.1.13 – Valores médios da precipitação em ano médio	66
Figura 2.1.14 – Valores médios da precipitação em ano húmido	67
Figura 2.1.15 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano seco	68
Figura 2.1.16 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano médio	69
Figura 2.1.17 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano húmido	70
Figura 2.1.18 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano seco	71
Figura 2.1.19 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano médio	72
Figura 2.1.20 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano húmido	73
Figura 2.1.21 – Escoamento anual gerado nas bacias hidrográficas principais	74
Figura 2.1.22 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano seco na RH6	78
Figura 2.1.23 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano médio na RH6	78
Figura 2.1.24 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano húmido na RH6	79

Figura 2.1.25 – Volumes de escoamento na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime natural	80
Figura 2.1.26 – Áreas na Bacia do Sado e na Bacia do Mira	88
Figura 2.1.27 – Comparação da área da albufeira na shape file da ARH e na imagem de satélite	89
Figura 2.1.28 – Grandes reservatórios considerados no cálculo da evaporação na RH6	91
Figura 2.1.29 – Volumes de escoamento disponíveis na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais	93
Figura 2.1.30 – Volumes de escoamento em regime modificado na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais	95
Figura 2.1.31 – Variação entre os volumes de escoamento disponíveis e o regime modificado nas bacias hidrográficas principais	96
Figura 2.1.32 – Capacidade de armazenamento da rede hidrográfica	97
Figura 2.1.33 – Escoamento anual médio em regime natural (1931-2009)	98
Figura 2.1.34 – Alteração máxima potencial provocada por regularização hidrológica	98
Figura 2.1.35 – Metodologia para a identificação e designação das massas de água artificiais e fortemente modificadas. Adaptado de WFD CIS (2003c)	101
Figura 2.1.36 – Metodologia dos testes de designação 4(3) (a) e 4(3) (b). Adaptado de: WFD CIS (2003c)	104
Figura 2.1.37 – Massas de água identificadas provisoriamente como artificiais na RH6	106
Figura 2.1.38 – Massas de água artificiais (no âmbito do artigo 13.º da DQA)	113
Figura 2.1.39 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas – albufeiras e açudes – na RH6	119
Figura 2.1.40 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas – troços de rio – na RH6	131
Figura 2.1.41 – Massas de água de transição identificadas provisoriamente como fortemente modificadas na RH6 (no âmbito do artigo 5.º da DQA)	138
Figura 2.1.42 – Massas de água fortemente modificadas – albufeiras e açudes na RH6 (no âmbito do artigo 13.º da DQA)	143
Figura 2.1.43 – Massas de água fortemente modificadas – troços de rio – na RH6 (no âmbito do artigo 13º da DQA)	148
Figura 2.2.1- Geologia da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	230
Figura 2.2.2 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade	235
Figura 2.2.3- Geologia da massa de água subterrânea de Sines	249

Figura 2.2.4 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea de Sines	254
Figura 2.2.5 – Identificação de ecossistemas parcialmente dependentes das águas subterrâneas associados à massa de água subterrânea de Sines	265
Figura 2.2.6- Geologia da massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	270
Figura 2.2.7 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito	273
Figura 2.2.8 – Identificação de Ecossistemas dependentes das águas subterrâneas associados à massa de água subterrânea de Viana do Alentejo–Alvito	282
Figura 2.2.9- Geologia da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	284
Figura 2.2.10 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	289
Figura 2.2.11- Geologia da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	317
Figura 2.2.12 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	322
Figura 2.2.13- Geologia da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	330
Figura 2.2.14 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	333
Figura 2.2.15- Geologia da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	341
Figura 2.2.16 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	344
Figura 2.2.17 Geologia da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	354
Figura 2.2.18 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	357
Figura 2.2.19 – Variação do naftaleno na captação ECG4	372
Figura 2.2.20 – Variação dos xilenos na captação ECG4	372
Figura 2.2.21 – Variação dos hidrocarbonetos derivados do petróleo na captação ECG4	373
Figura 2.2.22 – Rede de elementos finitos com 13 966 nós e 27 131 elementos triangulares lineares, gerada para simulações de escoamento e transporte na massa de água subterrânea de Sines	379
Figura 2.2.23 – Padrão regional de escoamento simulado para o aquífero superior para dois valores de transmissividade	380

Figura 2.2.24 – Comparação entre as isopiezas traçadas a partir de dados resultantes da monitorização do aquífero profundo (a preto) e a partir dos dados de simulação obtidos por modelação matemática 382

Figura 2.2.25 – Zonas definidas para calibração inversa da Transmissividade (T) na massa de água subterrânea de Sines 383

Figura 2.2.26 – Percentagem das principais famílias de solos 387

Figura 2.2.27 – Relação entre os valores de transmissividade regional no aquífero superior e valores de transferências entre este e as ribeiras 388

Figura 2.2.28 – Distribuição de caudais na massa de água subterrânea de Sines (ERHSA, 2001) 394



## **LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS**

---

- ACE – Agrupamentos Complementares de Empresas
- AdP – Águas de Portugal
- ADP – Apoios Directos à Produção
- AdSA – Águas de Santo André
- AERSET – Associação Empresarial da Região de Setúbal
- AF – Superfície Freática
- Af – Superfície Freática
- AFN – Autoridade Florestal Nacional
- AGUT – Quantidade Máxima de Água Armazenável no Solo e que pode ser Utilizada para Evapotranspiração
- AH – Aproveitamento Hidroagrícola
- AIA – Avaliação de Impacte Ambiental
- AMBI – AZTI' Marine Biotic Inde
- AMCAL – Associação de Municípios do Alentejo Central
- AMDE – Associação de Municípios do Distrito de Évora; Aterro Sanitário Intermunicipal do Distrito de Évora
- ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil
- APA – Agência Portuguesa do Ambiente
- APS – Administração do Porto de Sines S.A
- APSS – Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A
- Ar – Rede Hidrográfica
- ARH – Administração da Região Hidrográfica
- ARP – Apoio ao Rendimento dos Produtores Agrícolas
- ASP – Apoios Separados da Produção
- ASSETS – Assessment of Estuarine Trophic Status
- ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agência de Substâncias Tóxicas e Registo de Doenças)
- B – Bom
- BE – Barragem de Rejeitados
- BELI – Barragem de Emergência da Lavaria
- BEM – Margem Bruta Económica
- BGRI – Base Geográfica de Referenciação de Informação

BH – Bacia Hidrográfica

BM – Barragem da Manteirinha

BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos.

C – Conforme; Cota Topográfica

CADC – Comissão para a Aplicação e o Desenvolvimento da Convenção

CAE – Classificação de Actividades Económicas

CALAP – Comissão de Acompanhamento do Licenciamento das Explorações Pecuárias

CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal

CAP – Confederação dos Agricultores de Portugal

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CC-MAR – Centro de Ciências do Mar do Algarve

CE – Condutividade Eléctrica

CEN – Comité Europeu de Normalização

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar

CESAP – Carta de Equipamentos e Serviços de Apoio à População

CG – Coordenadas Geográficas

CHG – Confederação Hidrográfica do Guadiana

CIP – Cleaning in Place

CISP – Companhia Integrada de Segurança Pública

CITRI – Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Industriais

CL – Intervalo de Confiança

CLC – Corine Land Cover

CLT – Companhia Logística de Terminais Marítimos

CM – Câmara Municipal

CMS – Câmara Municipal de Sines

CN – Cabeças Normais; Curve Number

CNA – Conselho Nacional da Água

CNGRI – Comissão Nacional da Gestão dos Riscos de Inundações

CNP – Central Termoeléctrica a Carvão

CNPGB – Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens

CNREN – Comissão Nacional da Reserva Ecológica Nacional

CO-FFCUL – Centro de Oceanografia – Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

CONFRAGI – Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas

COT – Carbono Orgânico Total

COTR – Centro Operativo de Tecnologia de Regadio

CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, S.A

CPUE – Capturas por Unidade de Esforço

CQO – Carência Química de Oxigénio

CRH – Conselho de Região Hidrográfica

CS – Comissão Para a Seca

CTC – Capacidade de Troca Catiónica

CTO – Carência Total do Oxigénio

D – Profundidade do topo do aquífero (Depth to water)

DG – Departamento de Geociências

DGADR – Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

DGOTDU – Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DGRF – Direcção-Geral dos Recursos Florestais (actual Autoridade Florestal Nacional)

DGT – Diffusive Gradient in Thin Film

DIA – Declaração de Impacte Ambiental

DIM – Dimensão da Massa de Água

DISCO – Deluxe Integrated System for Clustering Operations

DL – Decreto-Lei

DPH – Domínio Público Hídrico

DQA – Directiva Quadro da Água

DR – Decreto Regulamentar

DRA – Direcção Regional do Ambiente

DRAP – Direcção Regional de Agricultura e Pescas

DRASTIC – Índice Paramétrico de Avaliação e Mapeamento da Vulnerabilidade Intrínseca das Massas de Água Subterrânea

DRHI – Departamento de Recursos Hídricos Interiores

DRHIL – Departamento de Recursos Hídricos do Litoral

EARTH – Balanço Hídrico Sequencial Diário

EC – European Commission (Comissão Europeia)

ECA – Estrutura de Coordenação e Acompanhamento

ECA – Espessura Considerada do Aquífero

EDAS – Ecossistemas aquáticos de superfície e terrestres Dependentes das Águas Subterrâneas

EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva

EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro

EDP – Energia de Portugal

EEMA – Estado Ecológico das Massas de Água Costeiras e de Transição; Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

EG – Entidade Gestora

EM – Empresa Municipal

EMAS – Empresa Municipal de Águas e Saneamento

EN – Em perigo; Estradas Nacionais

ENEAPAI – Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais

ENGIZC – Estratégia Nacional da Gestão Integrada das Zonas Costeiras

EPPNA – Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água

ER – Estradas Regionais

ERHSA – Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo

ERPVA – Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ETARI – Estações de Tratamento de Águas Residuais Domésticas

ETL – Estação de Tratamento de Lixiviados

ETP – Estação de Tratamento Primário

Etr – Evapotranspiração de Referência

ETRS 89 – European Terrestrial Reference System 1989

EZA – Espessura da Zona Alterada

EZF – Espessura da Zona Fracturada

F.I.T. – Fomento da Indústria do Tomate, S.A.

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia; Fundação para a Ciência e a Tecnologia

FQ – Físico-Químicos

FSC – Fossa Séptica Colectiva

FV – Favorável

GCM – Modelos Globais com Simulação do Clima à Escala Global

GNR – Guarda Nacional Republicana  
GT – Gross Tonnage (Capacidade de Carga)  
H – Hipótese  
Hab – Habitantes  
HAP – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos  
HCBD – Hexaclorobutadieno  
HMS – Habitat Modification Score  
HRU – Hidrologic Response Units – Unidades com o Mesmo Tipo de Solo e Coberto Vegetal  
I – Índice Térmico Anual  
i – Índices Térmicos Mensais  
Ia – Índice de Aridez  
IBAs – “Important Bird Areas”  
IC – Indemnizações Compensatórias  
Ic – Índice de Concentração Térmica Estival  
ICBAS – Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar  
ICCE – International Centre for Coastal Ecohydrology  
ICNB – Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade  
IDF – Intensidade–Duração–Frequência  
IDRHA – Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica  
IE – Incumprimento das Normas de Emissão das Descargas para a Água ou o Solo  
IEFP – Instituto do Emprego e Formação Profissional  
IFI – Índice de Facilidade de Infiltração  
IGAOT – Inspeção Geral do Ambiente e Ordenamento do Território  
IGM – Instituto Geológico e Mineiro  
IGP – Instituto Geográfico Português  
IGT – Instrumentos de Gestão Territorial  
Ih – Índice Hídrico  
IHCP – Institute for Health and Consumer Protection (Instituto da Saúde e Protecção dos Consumidores)  
Ihu – Índice de Humidade  
ILD – Inferior ao Limite de Detecção  
IM – Instituto de Meteorologia  
IMAR – Instituto do Mar

IN – Incumprimento das Normas de qualidade fixadas para as massas de água

INAG – Instituto Nacional da Água

INE – Instituto Nacional de Estatística

INFRATROIA – Infra-estruturas de Tróia

INIAP/IPIMAR – Instituto Nacional de Recursos Biológicos

INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

InterSIG – Gestor de Informação Geográfica do INAG

IPA – Inovação e Projectos em Ambiente

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPIMAR – Actual Instituto Nacional de Recursos Biológicos

IPIMAR/INRB – Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.

IPPC – Prevenção e Controlo Integrados da Poluição

IPS – Índice de Poluossensibilidade Específica

IPTIS – Tipologias Rios do Sul de Pequena Dimensão

IQC – Índice de Qualidade do Clima

IQS – Índice de Qualidade do Solo

IQV – Índice de Qualidade da Vegetação

IR – Índice de Representatividade

IRS – Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares

ISA – Instituto Superior de Agronomia

ITEL – Instalação de Tratamento de Efluentes Líquidos

L – Lagos

LA – Lei da Água

Lda – Limitada

LGP – Efectivos de Aves

LHMS – Lake Habitat Modification Score

LHQA – Lake Habitat Quality

LHS – Lake Habitat Survey

LHScore – Lake Habitat Quality Resumida

LHSfull version – Lake Habitat Quality, Versão Completa

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LOGZ – Plataforma Logística Multimodal do Poceirão

LOICZ – Land–Ocean Interactions in the Coastal Zone

LR – Limite Regulamentar

M – Medíocre

M@rbis – Sistema de Informação para a Biodiversidade Marinha

MA – Massas de Água; Média Aritmética

MAA – Medidas Agro–Ambientais

MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

MAOT – Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território

MAOTDR – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (actual Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território)

MBE – Margem Bruta Económica

MBT – Margem Bruta Total

MCPA – 2-Methyl-4-Chlorophenoxyacetic Acid; Monitorização do Pesticida

MCTES – Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

MDG – Modelo de Dados Geográficos

MDT – Modelo Digital de Terreno

ME – Matriz de Escorrências; Ministério do Ambiente do Canadá

MIM – Monitorização Insuficiente das Massas de Água

MIR – Monitorização Insuficiente das águas Residuais

MNE – Medidas Não Executadas

MSI – Membranas Nuclepore

MSPM – Medidas de Suporte de Preços de Mercado

MTBE – Metil Ter-Butil Éter (aditivo da gasolina)

MTSS – Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social

MUSLE – Equação Universal de Perdas de Solo Modificada (Modified Universal Soil Loss Equation)

N (C) – Não Conforme

NC – Não Cumprido

NERA – Associação Empresarial da Região do Algarve

NERBE/AEBAL – Núcleo Empresarial da Região de Beja e Alentejo Litoral

NERE – Núcleo Empresarial da Região de Évora

NERPOR – Núcleo Empresarial da Região de Portalegre

NIR – Não Influência Significativamente o Regime Fluvial

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

NPA – Nível de Pleno Armazenamento

NQA – Normas da Qualidade Ambiental

NQA–CMA – Normas de Qualidade Ambiental – Concentrações Máximas Admissíveis

NQA–MA – Normas de Qualidade Ambiental – Média Anual

NUT – Nomenclaturas de Unidades Territoriais

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OD – Oxigénio Dissolvido

OTAP – Outros Tipos de Apoios

PAH – Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos)

PAMES – Programa de Acompanhamento e Mitigação dos Efeitos da Seca

PBH – Plano de Bacia Hidrográfica

PC – Parcialmente Cumprido; Posto de Cloragem

PCA – Análise em Componentes Principais

PCB – Polychlorinated Biphenyl (Bifenil Policlorados)

PCC – Fábrica de Carbonato de Cálcio

PCE – Tetracloroetileno

PCIP – Prevenção e Controlo Integrado de Poluição

PCTI – Procedimento Comum de Troca de Informações

PDM – Planos Directores Municipais

PEASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais

PEGA – Planos Específicos de Gestão das Águas

PENT – Plano Estratégico Nacional do Turismo

PEOT – Planos Especiais de Ordenamento do Território

PETROGAL – Petróleos de Portugal, S.A.

PGBH – Plano de Gestão de Bacias Hidrográficas

PGEP – Plano de Gestão de Efluentes Pecuários

PGRH – Plano de Gestão de Região Hidrográfica

PI – Inventário insuficiente das Pressões Sobre a Água

PIB – Produto Interno Bruto

PIDDAC – Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central

PMA – Precipitação Média Anual

PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território



PNA – Plano Nacional da Água

PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNBEPH – Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico

PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

PNSACV – Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina

PO – Plano de Ordenamento

POA – Plano de Ordenamento da Albufeira

POAA – Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito

POAAP – Plano de Ordenamento das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão; Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas

POAP – Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas

POAR – Plano de Ordenamento da Albufeira do Roxo

POASC – Plano de Ordenamento da Albufeira de Santa Clara

POE – Planos de Ordenamento dos Estuários

POEM – Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo

POOC – Plano de Ordenamento da Orla Costeira

POPNSACV – Plano de Ordenamento do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e da Costa Vicentina

PORNES – Plano de Ordenamento da Reserva Natural do Estuário do Sado

PORNLSAS – Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Lagoas de Santo André e da Sancha

POTVT – Programa Operacional Temático Valorização do Território

PP – Planos de Pormenor

PPDLP – Pagamentos aos Produtores Directamente Ligados à Produção

PPI – Participação Pública Inexistente ou insuficiente

PRIA – Pequenos Regadios Individuais do Alentejo

PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente

PROF – Plano Regional de Ordenamento Florestal

Prof – Profundas

PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território

PRTR-E – Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (Pollutant Release and Transfer Register)

FSC – Fossas Sépticas Colectivas

PSRN – Plano Sectorial da Rede Natural

PTA – Purified Terephthalic Acid

PU – Planos de Urbanização  
QL – Quocientes de Localização  
QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional  
Qsiga – Questões Significativas para a Gestão da Água  
R – Rios  
RA – Responsabilidade Ambiental  
RACF – Reservatório de Águas Contaminadas de Feitas  
RASARP – Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal  
RAVE – Rede ferroviária de Alta Velocidade  
RCM – Resolução do Conselho de Ministros  
REAI – Regime de Exercício da Actividade Industrial  
REAP – Regime de Exercício da Actividade Pecuária  
REF – Regime Económico e Financeiro  
REN – Rede Eléctrica Nacional; Reserva Ecológica Nacional  
SIAM – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures (Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação)  
RH – Região Hidrográfica  
RHD – Recursos Hídricos Disponíveis  
RHS – River Habitat Survey  
RNAAT – Registo Nacional de Agentes de Animação Turística  
RNLSAS – Reserva Natural das Lagoas de Santo André e da Sancha  
RNT – Rede Nacional de Transporte  
RPU – Regime de Pagamento Único  
RQA – Rede de Qualidade da Água  
RQE – Rácio de Qualidade Ecológica  
RSAEEP – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes  
RSB – Regulamento de Segurança de Barragens  
RSL – Reduced Species List  
RUSLE – Equação Universal de Perdas de Solo Revista  
SA – Sociedade Anónima  
SAR – Sodium Adsorption Ratio  
SAU – Superfície Agrícola Útil  
SCS – Secretariado da Comissão para a Seca

SD – Desvio Padrão

SEPNA – Serviço de Protecção da Natureza

SF – Superfície Florestal

SGPS – Sociedade Gestora de Participações Sociais

SIAM – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures (Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação)

SIC – Sítio de Importância Comunitária

SIDS – Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SIMARSUL – Sistema Integrado Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal

SIRAPA – Sistema Integrado da Agência Portuguesa do Ambiente

SNAC – Sistema Nacional de Áreas Classificadas

SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

SNIRLit – Sistema Nacional de Informação dos Recursos do Litoral

SPPIAA – Sistema Público de Parceria Integrado de Águas do Alentejo

SR – Superfície Regada

SST – Sólidos Suspensos Totais

Sup – Superficiais

SWAT – Soil and Water Assessment Tool

SWOT – Strengths (Pontos Fortes), Weaknesses (Pontos Fracos), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças).

Sy – Cedência Específica

T – Temperatura

TAS – Taxa de Absorção de Sódio

TC – Totalmente Cumprido

TCE – Tricloroetileno

TER – Turismo em Espaço Rural

TI – Transposição Inexistente

TI – Transposição Inexistente

TICOR – Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters

TPH – Total Petroleum Hydrocarbon (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo)

TRH – Taxa de Recursos Hídricos

TRUH – Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos

TSI – Trophic State Index

Agrupamento:



UALG – Universidade do Algarve

UE – Universidade de Évora

UML – Unified Modeling Language (Diagrama de Sequência de Mensagens)

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura)

UNL – Universidade Nova de Lisboa

UOPG – Unidades Operativas de Planeamento e Gestão

USEPA – United States Environmental Protection Agency (Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos)

USSLS – United States Salinity Laboratory Staff

UTA – Unidades de Trabalho Ano Agrícola

UTM – Universal Transverse Mercator

VAB – Valor Acrescentado Bruto

VC – Verificação da Conformidade

VE – Valores Estimados

VMA – Valor Máximo Admissível

VMR – Valor Máximo Recomendado

VO – Valores Observados

VR – Violação do Critério

VROM – Ministério da Habitação, Planeamento Espacial e Ambiente dos Países Baixos

WFD CIS – Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive

YPF – Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Jazigos Petrolíferos Estatais)

ZEC – Zonas Especiais de Conservação

ZILS – Zona Industrial e Logística de Sines

ZOM – Zona de Ossa Morena

ZPE – Zonas de Protecção Especial

ZSP – Zona Sul Portuguesa

ZV – Zona Vulnerável

## 2. Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas

### 2.1. Caracterização das massas de água de superfície

#### 2.1.1. Introdução

Neste capítulo apresentam-se os elementos relativos à caracterização das massas de água superficiais da Região Hidrográfica do Sado e Mira (RH6). As massas de água em análise foram previamente delimitadas pelo Instituto da Água, I.P. (INAG). São apresentadas também as novas massas de água resultantes do processo de revisão das massas de água artificiais e fortemente modificadas.

De acordo com a Directiva Quadro da Água (DQA), cada massa de água de superfície existente na região hidrográfica é identificada como pertencente a uma das seguintes categorias – Rios, Lagos, Águas de Transição, Águas Costeiras – ou como sendo uma massa de água artificial ou fortemente modificada.

No que diz respeito às Eco-regiões, as massas de água pertencentes às categorias “Rios” e “Lagos” estão incluídas na Eco-Região Ibérico-Macaronésica (Eco-região 1) ao passo que as massas de água das categorias “Águas de Transição” e as “Águas Costeiras” integram a Eco-Região do Atlântico Norte.

A DQA refere também a necessidade de estabelecer tipos, ou seja, grupos de massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas, determinantes para o estabelecimento das condições ecológicas. O objectivo da definição de tipos é permitir que sejam correctamente estabelecidas condições de referência (bióticas e abióticas) e que sejam comparáveis as classificações de Estado Ecológico dentro de cada grupo com características semelhantes.

Contudo, a definição da tipologia de massas de água é um processo bastante complexo, porque:

- os tipos devem ter um significado ecológico, uma vez que é com base neles que se define o referencial biológico de qualidade (ou seja, a *probabilidade de uma dada comunidade ocorrer num dado cenário físico-químico*);
- as unidades tipológicas/ecológicas apresentam fronteiras artificiais, o que representa uma simplificação da natureza, uma vez que na natureza não existem fronteiras discretas, mas sim gradientes ambientais que resultam em distribuições probabilísticas das comunidades biológicas no espaço e no tempo.

Assim, para a caracterização das massas de água superficiais, será feita a:

- caracterização das Tipologias de Massas de Água (2.1.2.);
- delimitação das massas de água (2.1.3.);
- identificação, a localização geográfica e os limites das massas de água (2.1.4.);
- a avaliação das disponibilidades de água em regime natural e regime modificado (2.1.5.);
- a identificação e revisão das massas de água artificiais e das massas de água fortemente modificadas (2.1.6.);
- a identificação das condições de referência para cada tipo de massas de água, tendo em devida conta a situação actual e os projectos em desenvolvimento:
  - Condições de referência para Rios (2.1.7.);
  - Condições de Referência para Albufeiras (2.1.8.);
  - Condições de Referência para Troços de Rio a Jusante de Barragens (2.1.9.);
  - Condições de Referência para Águas de Transição (2.1.10.);
  - Condições de Referência para Águas Costeiras (2.1.11.);
  - Condições de Referência para Massas de Água Artificiais (2.1.12).

No que diz respeito às águas superficiais, a Região Hidrográfica do Sado e Mira, de acordo com o Decreto-Lei n.º 347/2007 de 19 de Outubro, engloba:

- a Bacia Hidrográfica do rio Sado;
- a Bacia Hidrográfica do rio Mira;
- a Bacia Hidrográfica das ribeiras da costa compreendidas entre as bacias hidrográficas anteriores e os espaços localizados entre estas bacias;
- a Bacia Hidrográfica das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Mira e o limite norte da bacia hidrográfica da ribeira de Odeceixe e os respectivos espaços localizadas entre estas bacias;
- Massas de águas de transição nas quais se incluem os estuários dos rios referidos anteriormente;
- Massa de águas costeiras delimitada a oeste por uma linha de referência localizada a uma distância de 1 milha náutica, na direcção do mar, dos pontos mais próximos da linha de base a partir da qual são delimitadas as águas territoriais, a leste delimitada por terra e ou, quando aplicável, pela linha de delimitação exterior das águas de transição, a norte delimitada por uma linha perpendicular àquela linha de referência e que se prolonga de modo a encontrar o limite costeiro terrestre norte da RH e a sul por uma linha perpendicular à

mesma linha de referência e que se prolonga de modo a encontrar o limite costeiro terrestre sul da RH.

## 2.1.2. Caracterização das Tipologias de Massas de Água

### 2.1.2.1. Introdução

A caracterização das massas de água superficiais foi feita de acordo com as especificações técnicas constantes do Anexo I, Parte II, do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março. Segundo a DQA, os tipos de massas de água são definidos com base em metodologias propostas por dois sistemas: sistema A e sistema B (Anexo II da DQA).

As metodologias relativas à definição dos tipos de massas de água são apresentadas para:

- Rios (2.1.2.2.)
- Albufeiras (massas de água fortemente modificadas) (2.1.2.3.)
- Águas de transição (2.1.2.4.)
- Águas costeiras (2.1.2.5.)

### 2.1.2.2. Tipologias de Rios

A metodologia para a identificação dos tipos de Rios seguiu as orientações do documento-guia *WFD CIS Guidance Document* N.º 2: *Identification of Waterbodies* (WFD CIS, 2003a) e de outros documentos, entre os quais se destacam os seguintes: Alves *et al.* (2002); Alves *et al.* (2004); Alves *et al.* (2006), FAME (2004) e INAG (2008a).

No Sistema A as massas de água da categoria Rios são primeiro classificadas por Eco-regiões de acordo com as áreas geográficas e, dentro de cada Eco-região, por tipos. Segundo este sistema, os tipos são definidos de forma discreta, em função de factores obrigatórios (i.e. altitude, área de drenagem, geologia), segundo um conjunto fixo de intervalos de variação, originando um conjunto discreto de tipos em cada bacia hidrográfica. Tanto os factores obrigatórios como os respectivos intervalos de variação são pré-estabelecidos, sem qualquer adequação às particularidades específicas dos ecossistemas.

No Sistema B as massas de água da categoria Rios são diferenciadas por tipos utilizando valores para os descritores, de forma a garantir que as condições biológicas de referência específicas do tipo sejam derivadas com confiança. No entanto, a selecção do sistema B só é possível se a sua aplicação permitir um grau de diferenciação pelo menos igual à obtida com o Sistema A. Ou seja, a diferenciação de tipos

envolveu, independentemente da decisão sobre o sistema a adoptar, a aplicação do Sistema A (Alves *et al.*, 2004).

No Quadro 2.1.1 são apresentados os factores obrigatórios considerados no sistema A e os factores, obrigatórios e facultativos, para aplicação do Sistema B.

Quadro 2.1.1 – Factores considerados no Sistema A e no Sistema B para Rios

Sistema	Factores	
Sistema A	Tipologia fixa	
	Factores obrigatórios	Altitude Dimensão Geologia
Sistema B	Factores físicos e químicos que determinam as características do rio ou troço de rio e, por conseguinte, a estrutura e composição da população biológica	
	Factores obrigatórios	Altitude Latitude Longitude Geologia Dimensão
	Factores facultativos	Distância da nascente Energia de escoamento (função do escoamento e do declive) Largura média das águas Profundidade média do escoamento Declive médio do escoamento Configuração do leito principal do rio Categoria do caudal (escoamento) fluvial Forma do vale Transporte sólido Capacidade de neutralização dos ácidos Composição média do substrato Cloretos Amplitude térmica do ar Temperatura média do ar Precipitação

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março



## A. Aplicação do Sistema A

Na definição da tipologia abiótica para Rios de Portugal Continental procedeu-se inicialmente à aplicação do sistema A. A aplicação do sistema A correspondeu ao tratamento de informação em ambiente SIG (morfológica, climática e geológica). Tendo em consideração que Portugal pertence na sua globalidade à Eco-região 1 - Ibérico-Macaronésia, houve apenas necessidade, numa primeira fase, de criar cartas referentes às classes de altitude, área de drenagem e geologia (factores obrigatórios), procedendo-se, numa segunda fase, ao respectivo cruzamento para a obtenção de tipos (em ambiente ArcView 3.2).

No caso do factor obrigatório “geologia”, o agrupamento dos tipos litológicos foi realizado segundo o proposto no Projecto comunitário AQEM: *“Development and testing of an integrated assessment system for the ecological quality of streams on rivers throughout Europe using macroinvertebrates”* (AQEM, 2002).

No Quadro 2.1.2 estão representados os Factores/Classes consideradas na aplicação do sistema A para Rios e as fontes de informação utilizadas.

Quadro 2.1.2 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Rios

Tipologia fixa	Factores / Classes	Fonte de informação
<b>Eco-região</b>	Eco-regiões representadas no mapa A do anexo XI da DQA	
<b>Tipo</b>	Altitude: Grande altitude: > 800 m Média altitude: de 200 a 800 m Baixa altitude: < 200 m	Modelo Digital do Terreno (MDT), à escala 1:25.000
	Dimensão (com base na área de drenagem): Pequena: de 10 km <sup>2</sup> a 100 km <sup>2</sup> Média: > 100 km <sup>2</sup> até 1.000 km <sup>2</sup> Grande: > 1.000 km <sup>2</sup> até 10.000 km <sup>2</sup> Muito grande: > 10.000 km <sup>2</sup>	Modelo Digital do Terreno (MDT), à escala 1:25.000

Tipologia fixa	Factores / Classes	Fonte de informação
	<p>Geologia:</p> <p>Solo calcário (Rochas Calcárias e Flysch, Molasso, Depósitos Aluvionares, Depósitos Continentais, Depósitos Marinhos predominantemente calcários, Loess)</p> <p>Solo silicioso (Rochas Silicatadas, Rochas Silicatadas Máficas e Flysch, Molasso, Depósitos Aluvionares, Depósitos Continentais, Depósitos Marinhos predominantemente siliciosos)</p> <p>Solo orgânico (formações orgânicas - pântanos)</p>	<p><i>Carta da Geologia de Portugal Continental</i>, à escala 1:500.000, desenvolvida por INAG, a partir da Carta Geológica de Portugal, à escala 1: 500.000, do IGM</p>

Fontes: Alves et al. (2004); Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Com a aplicação do Sistema A obtiveram-se 18 tipos, dos quais nove apresentaram percentagens inferiores a 1% do comprimento total da rede hídrica e três ocupavam cerca de 80% do território de Portugal Continental (INAG, 2008a). Estando a maioria dos tipos representada em todo o território continental, considerou-se que este sistema não traduzia a heterogeneidade ecológica, para além de não reflectir também o gradiente climático Norte-Sul, particularmente evidente para a temperatura e precipitação.

Face a estes resultados, concluiu-se que o Sistema A não se aplicava a Portugal Continental, tendo-se aplicado o sistema B.

## B. Aplicação do Sistema B

A aplicação do sistema B, de acordo com o Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março, seguiu diversos passos tendentes a classificar as massas de água em tipos de acordo com as suas características ecológicas, de modo a proceder-se posteriormente à avaliação do seu estado tendo em conta a sua natureza específica (INAG, 2008a).

A definição das tipologias para Rios, de acordo com o Sistema B, teve a seguinte sequência:

- Consideração dos factores obrigatórios;
- Selecção dos factores facultativos (com base na qualidade da informação disponível e no grau de discriminação da variabilidade geográfica);

- Análise estatística multivariada (ordenação e classificação) das variáveis quantitativas climáticas e morfológicas para a identificação de regiões homogéneas (grupos morfoclimáticos);
- Intercepção do resultado obtido em ambiente SIG com as classes de geologia e de áreas de drenagem;
- Confronto para efeitos de validação da tipologia resultante com a informação biológica (invertebrados bentónicos, diatomáceas (fitobentos), macrófitos, fauna piscícola) obtida em campanhas de amostragem de estações de referência (2004-2006) para cada tipo definido.

No Quadro 2.1.3 estão indicados os factores obrigatórios para a aplicação do Sistema B. Para cada factor obrigatório, são indicadas as classes consideradas e a fonte de informação utilizada.

Quadro 2.1.3 – Factores obrigatórios do Sistema B para Rios adoptados em Portugal

Factores	Variável	Classes	Fonte de informação
Altitude	Altitude (m)	Variável contínua	Modelo Digital do Terreno (MDT), à escala 1:25.000
Latitude	Latitude (°)	Uma única classe que contém os limites, a Noroeste e a Sudoeste, de Portugal Continental	
Longitude	Longitude (°)	Uma única classe que contém os limites, a Norte e a Sul, de Portugal Continental	
Geologia	Classes de mineralização	Baixa Mineralização – Rochas ácidas (Granitos, Vulcanitos ácidos, granodioritos, quartzodioritos, etc.) Média Mineralização – Rochas básicas e metamórficas (Gabros, dioritos, vulcanitos básicos, gnaisses, etc. Xistos, turbiditos, liditos, pelitos, etc.) Elevada Mineralização – Rochas sedimentares (Rochas calcárias, Depósitos calcários)	<i>Carta da Geologia de Portugal Continental</i> , à escala 1:500000, desenvolvida por INAG, a partir da Carta Geológica de Portugal, à escala 1: 500.000, do IGM
Dimensão da bacia de drenagem	Área (km <sup>2</sup> )	Pequena (Norte do rio Tejo - $5 \text{ km}^2 \leq A \leq 100 \text{ km}^2$ ; Sul do rio Tejo - $10 \text{ km}^2 \leq A \leq 100 \text{ km}^2$ ) Média ( $100 \text{ km}^2 < A \leq 1.000 \text{ km}^2$ ) Grande ( $1.000 \text{ km}^2 < A \leq 10.000 \text{ km}^2$ ) Muito Grande ( $A > 10.000 \text{ km}^2$ )	Modelo Digital do Terreno (MDT), à escala 1:25.000

Fonte: Alves et al. (2004)

Considerou-se uma rede hídrica constituída pelos cursos de água de dimensão da bacia de drenagem igual ou superior a 10 km<sup>2</sup> a Sul e 5 km<sup>2</sup> a Norte do rio Tejo. No caso dos factores latitude e longitude considerou-se uma única classe que contém os limites, a Norte e a Sul, de Portugal Continental, visto o seu gradiente não se traduzir na diferenciação de tipos.

Relativamente ao factor obrigatório “Geologia”, e tendo como base a Carta Geológica de Portugal, do Instituto Geológico e Mineiro (IGM), à escala 1: 500.000, foram definidos agrupamentos das diversas litologias e formações existentes com o intuito de produzir uma cartografia do grau de mineralização da água, que reflectisse o melhor possível, dentro da discriminação existente, o modo como esta é afectada por estas formações. Obtiveram-se três classes de mineralização, baixa, média e elevada, tendo em conta os principais grupos de rochas (Quadro 2.1.3).

Na simplificação dos grupos de rochas adoptados foram considerados alguns critérios respeitantes aos depósitos, designadamente: i) no Maciço Antigo, os depósitos ácidos são essencialmente provenientes da erosão de granitos e rochas metamórficas, que conferem à água uma baixa mineralização, de características ácidas e fácies predominantemente cloretada-sódica; ii) nas orlas mesocenozóicas ocidental e meridional, bem como na bacia do Tejo-Sado, os depósitos originam águas de fácies essencialmente bicarbonatadas-cálcicas, com mineralização semelhante à obtida nas rochas calcárias ou carbonatadas (as mais predominantes nestas três unidades hidrogeológicas). Esta nova cartografia diferencia regiões com diferentes graus de mineralização e com diferentes tipos de quimismo (Alves *et al.*, 2004).

No Quadro 2.1.4 estão indicados os factores facultativos considerados para a aplicação do Sistema B. Para cada factor facultativo, são indicadas as variáveis consideradas e a fonte de informação utilizada.

Quadro 2.1.4 – Factores facultativos do Sistema B para Rios adoptados em Portugal

Factor	Variável	Fonte de informação
Declive médio do escoamento	S1085	Calculado por INAG a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) à escala 1:25.000
Escoamento	Escoamento Médio Anual (mm)	Carta do Atlas do Ambiente, à escala 1: 1.000.000
Amplitude térmica do ar	Amplitude Térmica do Ar (°C)	Elaborada por INAG a partir das séries de 1940/41 a 1994/95
Temperatura média do ar	Temperatura Média Anual (°C)	Elaborada por INAG a partir das séries de 1940/41 a 1994/95
Precipitação	Precipitação Média Anual (mm)	Carta da Precipitação Média Anual para Portugal Continental (Grid com resolução 1 km) elaborada por Nicolau (2002)

Factor	Variável	Fonte de informação
	Coefficiente de Variação da Precipitação Média Mensal	Carta do Coeficiente de Variação da Precipitação Média Mensal para Portugal Continental (Grid com resolução 1 km), elaborada por INAG a partir das séries de 1940/41 a 1994/95

Fonte: Alves *et al.* (2004)

Após a consideração dos factores obrigatórios e facultativos, seleccionou-se uma rede constituída por pontos nas linhas de água mais próximos dos vértices e dos centróides de quadrados definidos numa grelha de 10x10 km. Os pressupostos para a definição desta grelha foram (i) a aleatoriedade na selecção dos pontos e (ii) densidade razoável que resulte numa amostra com dimensão elevada de forma a permitir um processamento estatístico robusto. Com este método obtiveram-se aproximadamente 1.700 pontos para Portugal Continental. Contudo, a indisponibilidade de informação geográfica em formato digital do território espanhol, obrigou a considerar somente os pontos com bacias hidrográficas localizadas exclusivamente no território português. Excluídos estes pontos, obtiveram-se 1.431 pontos em linhas de água (Alves *et al.*, 2004).

As variáveis foram padronizadas (redução e centragem) e foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, recorrendo ao *software* SPSS 10, para análise da associação entre variáveis (Sokal & Rohlf, 1981). Foi realizada uma Análise em Componentes Principais (PCA), recorrendo ao *software* ANDAD 7.0. Posteriormente, realizou-se uma classificação não hierárquica, *k-means*, às variáveis calculadas na PCA (Everitt & Dunn, 1991), após estas terem sido transformadas através de um processo de ponderação pelo peso de cada eixo, com recurso ao *software* K-MEANS2. Associado a cada número de grupos foi calculada uma estatística *F* (*Calinski-Harabasz pseudo-F-statistic*), cujo valor é máximo na situação de maior homogeneidade em cada grupo. Os grupos morfo-climáticos foram caracterizados através da análise descritiva e de uma análise exploratória gráfica, *Boxplots*. A comparação entre as médias dos Grupos foi efectuada através de uma análise de variância não-paramétrica (Kruskal-Wallis), dado que não se verificou o pressuposto da homogeneidade de variâncias (teste de Levene) (Sokal & Rohlf, 1981). A rejeição da hipótese nula conduziu à realização de um teste *a posteriori* de comparação múltipla (Tamhane T2) para detectar diferenças entre grupos (Alves *et al.*, 2004).

A análise estatística multivariada (*K-means*) permitiu a identificação de seis grupos de pontos correspondentes a seis regiões com características diferentes. A aplicação do método de Thiessen a estes conjuntos permitiu identificar seis regiões morfoclimáticas (Figura 2.1.1). As regiões assim definidas evidenciam um gradiente de temperatura, precipitação, escoamento e altitude, existindo a Sul do rio Tejo duas regiões (Região 1 e 2) e a Norte do rio Tejo quatro regiões (regiões 3, 4, 5 e 6). A Sul são individualizadas como pequenas extensões da região 3, as regiões da Serra de Monchique e Serra de São

Mamede, de maior altitude e mais húmidas. As regiões de características extremas são a 1 e a 6. A região 1 caracteriza-se por temperaturas mais elevadas e menor precipitação, estando a maior parte contida na bacia do Guadiana. A região 6 localiza-se no Norte de Portugal e engloba regiões de relativamente elevada altitude e elevada precipitação. As restantes regiões formam um gradiente entre estes extremos (Alves et al., 2004; INAG, 2008a).

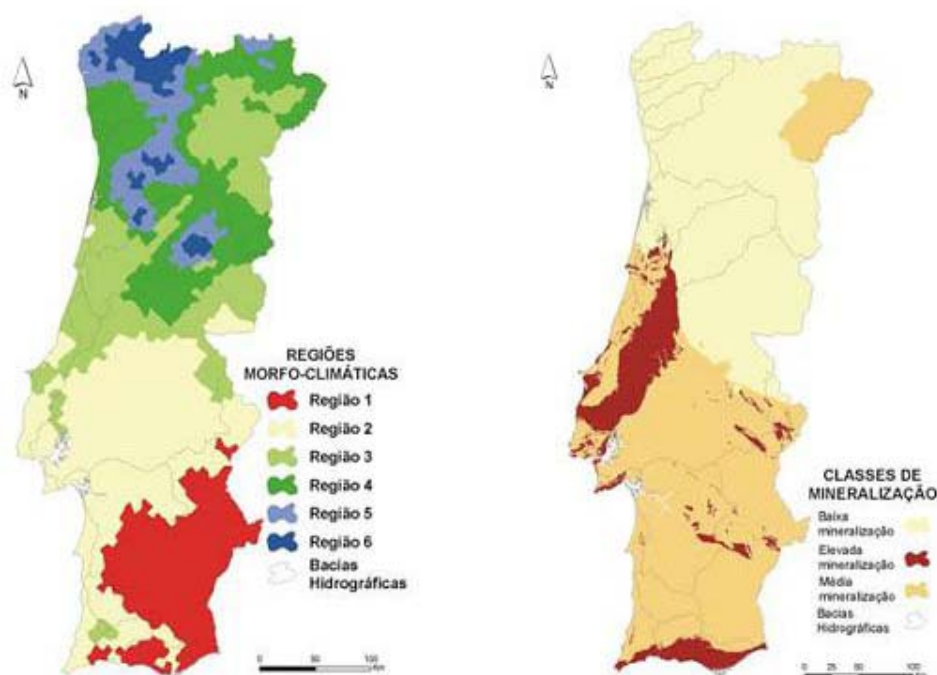


Figura 2.1.1 – Factores para a determinação de tipos segundo o sistema B definido pela DQA: regiões morfoclimáticas (A) e classes de mineralização (B) (Fonte: INAG, 2008a)

A intercepção das seis regiões morfoclimáticas com as três classes geológicas e com as 4 classes de dimensão da área de drenagem produziu 48 combinações. Tendo-se considerado este número muito elevado, eliminaram-se as combinações que representavam em comprimento menos de 1% da rede hídrica total e em que o maior troço fluvial tivesse comprimento inferior a 40 km. Mantiveram-se, no entanto, combinações com área de drenagem muito grande e que correspondiam aos rios Douro, Minho, Guadiana e Tejo, atendendo à respectiva especificidade e importância, já que são os únicos com área de drenagem superior a 10.000 km<sup>2</sup>, estabelecendo-se que os rios internacionais constituíssem tipos distintos. Adicionalmente, foram efectuadas simplificações suportadas no conhecimento pericial da estrutura e funcionamento dos sistemas ecológicos fluviais. Obtiveram-se assim **27 Tipos de Rios**, de comprimento superior a 1% da rede de drenagem total ou com pelo menos um troço com um comprimento superior a

40 km, correspondentes a 97,8% do comprimento total da rede de drenagem (Alves *et al.*, 2002; INAG, 2008a).

No entanto, aquele número de tipos foi considerado excessivo face à dimensão do território e ao pragmatismo necessário à aplicação da DQA (INAG, 2008a). Para a redução do número de tipos de rios, houve a necessidade de verificar se os tipos criados pela metodologia abiótica correspondiam a tipos diferenciados ao nível das comunidades bióticas.

Até à data da implementação da DQA, não existia em Portugal uma monitorização biológica a nível nacional das águas interiores. Por esse motivo, a informação disponível sobre as comunidades biológicas era escassa, sendo, por isso, impossível validar uma tipologia abiótica que fosse proposta segundo os requisitos da DQA. No sentido de validar a tipologia abiótica pelos elementos biológicos e de se estabelecerem protocolos de amostragem a nível nacional, o INAG estabeleceu protocolos de colaboração com diferentes Universidades.

Os protocolos de colaboração entre o INAG e as Universidades consistiram:

- na definição de critérios para a selecção prévia dos locais de referência; numa primeira fase foram adoptados os critérios do Projecto REFCOND (REFCOND, 2003);
- na selecção da rede preliminar de locais de referência envolvendo tratamento de informação disponível em ambiente SIG (CORINE LandCover, poluição industrial e outras fontes poluentes inventariadas, afectação dos cursos por aproveitamentos hidráulicos);
- na amostragem da rede preliminar e selecção de locais de referência; foram seguidos os critérios REFCOND (REFCOND, 2003) e, com base em toda a informação disponível, foram atribuídas pontuações segundo critérios do projecto FAME (FAME, 2004) para 10 variáveis (Quadro 2.1.5); cada variável foi avaliada numa escala de 1 (perturbação mínima) a 5 (perturbação máxima) e apenas os locais com valores de 1 e/ou 2 e apenas uma variável com o valor 3 foram considerados locais de referência;
- na elaboração de protocolos de amostragem e processamento das amostras para os vários elementos de qualidade biológica: fitobentos (tomando as diatomáceas como *proxy*), macrófitas, invertebrados bentónicos e peixes;
- na execução da amostragem dos vários elementos de qualidade biológica;
- no tratamento dos dados dos vários elementos de qualidade biológica e identificação dos grupos de locais – definição dos tipos em cada um dos elementos de qualidade biológica;
- na definição da tipologia: validação da tipologia abiótica (sistema B) através do confronto com os tipos obtidos para os diversos elementos biológicos e realização de redefinições e de

ajustamentos periciais, quando necessário, agrupando tipos que não se distingam do ponto de vista biótico;

- na caracterização abiótica de cada tipo de curso com base nas estações de referência (morfologia, escoamento, substrato, vegetação ribeirinha);
- na caracterização biótica de cada tipo para cada elemento de qualidade biológica com base nas estações de referência.

Quadro 2.1.5 – Variáveis utilizadas no processo de selecção dos locais de referência

Variáveis
Uso do solo
Área urbana
Zona ripária
Conectividade do curso
Carga de sedimentos
Regime hidrológico
Acidificação e toxicidade
Condição morfológica
Contaminação orgânica e enriquecimento em nutrientes
Massas de água lânticas artificiais

O resultado final, depois da depuração de diversos tipos pouco representativos ou sem correspondência ao nível das comunidades biológicas, foi o estabelecimento de oito Tipos de Rios, aos quais se considerou importante adicionar um tipo calcário no Algarve e um tipo correspondente aos depósitos sedimentares do Tejo e Sado (para ambos, o baixo número de locais de referência não permitiu que os tratamentos os evidenciassem). A estes 10 Tipos de Rios foram ainda adicionados três Tipos correspondentes aos grandes rios Douro e Minho, Tejo, e Guadiana, perfazendo 13 Tipos de Rios. Posteriormente foi considerada a divisão dos tipos de rios do Norte e Sul de acordo com a dimensão da área de drenagem, separando as pequenas bacias das médias e grandes. Este procedimento originou uma Tipologia Final com **15 Tipos de Rios** (Figura 2.1.2).



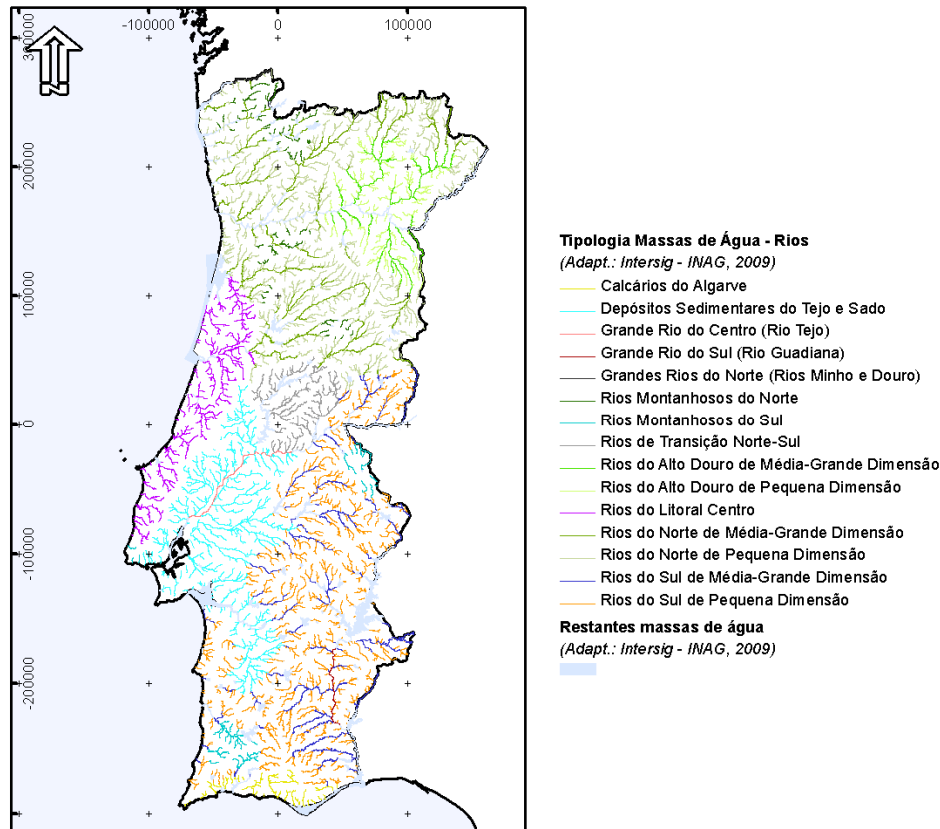


Figura 2.1.2 – Tipologia final com 15 Tipos de Rios em Portugal Continental, definida no âmbito da implementação da DQA

No essencial, os 15 tipos distribuem-se no território em coerência com os gradientes Norte-Sul (decréscimo de altitude, de precipitação, de escoamento, aumento da temperatura) e Oeste-Este (decréscimo da precipitação e elevação da temperatura) (INAG, 2008a).

Seguidamente apresenta-se a lista (código: designação) das 15 tipologias de rios e uma pequena descrição das suas principais características:

- **Tipo M:** Rios Montanhosos do Norte
- **Tipo N1; ≤ 100:** Rios do Norte de Pequena Dimensão
- **Tipo N1; > 100:** Rios do Norte de Média-Grande Dimensão
- **Tipo N2:** Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão
- **Tipo N3:** Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão
- **Tipo N4:** Rios de Transição Norte-Sul

- **Tipo L:** Rios do Litoral Centro
- **Tipo S1; ≤ 100:** Rios do Sul de Pequena Dimensão
- **Tipo S1; > 100:** Rios do Sul de Média-Grande Dimensão
- **Tipo S2:** Rios Montanhosos do Sul
- **Tipo S3:** Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado
- **Tipo S4:** Calcários do Algarve
- **Tipo GR Norte:** Tipo Rios Grandes do Norte (Rios Minho e Douro)
- **Tipo GR Centro:** Tipo Rios Grandes do Centro (Rio Tejo)
- **Tipo GR Sul:** Tipo Rios Grandes do Sul (Rio Guadiana)

O **tipo M** apresenta uma distribuição restrita e limitada às regiões montanhosas do Noroeste e Norte-Centro do País. No que se refere à litologia, os rios pertencentes a este tipo inserem-se em zonas de natureza siliciosa, de baixa mineralização. Este tipo caracteriza-se por uma temperatura média anual baixa (11°C), por uma precipitação média anual elevada (1 900 mm) e por valores de altitude geralmente elevados. No que diz respeito à dimensão da área de drenagem, os rios pertencentes ao tipo M são rios de pequena dimensão e de escoamento médio anual elevado, com áreas de drenagem inferiores a 100 km<sup>2</sup>.

Os **tipos N1; ≤ 100 e N1; > 100** possuem uma distribuição ampla, limitada a Sul pelas Serras de Lousã e Gardunha e a Sudoeste pela Ria de Aveiro. Relativamente à litologia, os rios pertencentes a estes tipos inserem-se sobretudo em zonas de natureza siliciosa, com baixa mineralização. Estes tipos caracterizam-se ainda por uma temperatura média anual baixa (12-13 °C em média), por uma precipitação média anual relativamente elevada (1.200 mm) e por valores de altitude baixos a médios, entre os 200 aos 600 m (distância interquartil). A grande diferença entre os tipos N1; ≤ 100 e N1; > 100 reside na dimensão da bacia de drenagem, que é inferior a 100 km<sup>2</sup> no caso do tipo N1; ≤ 100.

Da mesma forma que o tipo M, os tipos N1; ≤ 100 e N1; > 100 reflectem o clima do Norte do País, com precipitações elevadas e temperaturas baixas, sem no entanto atingirem os valores extremos que se observam no tipo M.

Os **tipos N2 e N3** possuem uma distribuição restrita, limitada à região denominada de “Terra Quente”, do Alto Douro. No que se refere à litologia, os rios pertencentes a estes tipos inserem-se em zonas de natureza siliciosa, apresentando um grau de mineralização baixo (cerca de 70%) e intermédio (cerca de 30%). Estes tipos caracterizam-se por uma temperatura média anual de 13°C, por uma precipitação média anual baixa (600-670 mm) e por valores de altitude médios a altos (300-430 mm). Apresentam ainda valores elevados de amplitude térmica do ar e valores de escoamento médio anual entre os 100 e os

200 mm (distância interquartil), no caso do tipo N<sub>2</sub>, ou entre 100 e 300 mm (distância interquartil), no caso do tipo N<sub>3</sub>.

De uma maneira em geral, os tipos N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub> diferem dos tipos do Norte (M, N<sub>1</sub> ≤ 100 e N<sub>1</sub> > 100) por apresentarem temperaturas médias um pouco mais elevadas e precipitações mais baixas que aquelas que caracterizam a região Norte. A grande diferença entre os tipos N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub> reside na dimensão da bacia de drenagem, que é superior a 100 km<sup>2</sup> no caso do Tipo N<sub>2</sub>.

O **tipo N<sub>4</sub>** possui uma distribuição restrita, ao nível da região central do território nacional, estando limitado a Norte pelas Serras da Lousã e da Gardunha e correspondendo, no essencial, a dois grandes afluentes da margem direita do Tejo, Rios Zêzere e Ocreza, e alguns dos seus tributários. Relativamente à litologia, os rios pertencentes a este tipo inserem-se sobretudo em zonas de natureza siliciosa, com baixa mineralização. Este tipo caracteriza-se ainda por uma temperatura média anual média (14°C), por uma precipitação média anual relativamente elevada (1 000 mm) e por valores de altitude médios (cerca de 300 mm, distância interquartil). No que diz respeito ao escoamento médio anual, os rios que se enquadram nesta tipologia caracterizam-se por um escoamento médio anual de 300 a 800 mm (distância interquartil).

O **tipo L** localiza-se no litoral Centro-Oeste, estando limitado a Norte pela Ria de Aveiro e a Sul pela Serra de Sintra. No que diz respeito à litologia, esta tipologia apresenta características mistas, com formações de natureza siliciosa e com outras de natureza calcária, apresentando ainda algumas manchas de natureza orgânica na região de Óbidos. Nesta tipologia integram-se, de um modo geral, as ribeiras costeiras de pequena a média dimensão de área de drenagem (cerca de 180 km<sup>2</sup>, em média), baixa altitude (40 m, em média), temperatura média anual relativamente elevada (15°C), precipitação média anual moderada (cerca de 900 mm em média) e escoamento médio anual entre 150 a 400 mm (distância interquartil). No que se refere à mineralização, estão presentes, nesta tipologia, todos os graus de mineralização.

Os **tipos S<sub>1</sub>; ≤ 100 e S<sub>1</sub>; > 100** possuem uma distribuição ampla desde a região calcária do Algarve até à Região de Castelo Branco, sendo limitados, a oeste, pela zona sedimentar do Rio Sado. No que se refere à litologia, correspondem ambos a zonas de natureza essencialmente siliciosa, apresentando, no entanto algumas manchas de natureza calcária. Apresenta grau de mineralização intermédio, mas no seu limite Norte apresenta baixo grau de mineralização existindo ainda algumas manchas de elevada mineralização.

Caracterizam-se por uma temperatura média anual elevada (16°C), por uma precipitação média anual baixa (600 mm) e por valores de altitude baixos (em média 140 m). A grande diferença entre os tipos S<sub>1</sub>; ≤ 100 e S<sub>1</sub>; > 100 reside na dimensão da bacia de drenagem, que é superior a 100 km<sup>2</sup> no caso do tipo S<sub>1</sub>; > 100.

O **tipo S2** possui uma distribuição restrita, estando limitados às regiões de maior altitude da Região Sul, correspondentes às Serras de Sintra, São Mamede e Monchique. Relativamente à litologia, as Serras de Monchique e São Mamede são de natureza siliciosa, enquanto a Serra de Sintra apresenta formações de natureza calcária. No que se refere à mineralização a zona da Serra de São Mamede apresenta grau de mineralização baixo, a Serra de Monchique apresenta grau de mineralização intermédio, enquanto a Serra de Sintra apresenta grau de mineralização intermédio e elevado.

O tipo de rios S2 distingue-se relativamente bem dos restantes tipos do Sul, aproximando-se, em termos de características climáticas, dos tipos do Norte, nomeadamente no que se refere aos regimes de temperatura, precipitação e escoamento.

O **tipo S3** tem uma distribuição relativamente ampla, que corresponde às zonas dos depósitos sedimentares dos Rios Tejo e Sado, sendo limitado a Norte pela linha de cumeada do Tejo. No que se refere à litologia, esta zona é de natureza mista, com formações calcárias (a Norte do Tejo), siliciosas (a Sul do Tejo) e orgânicas (na zona de Rio Maior). Relativamente à mineralização, apresenta, essencialmente, grau de elevada mineralização.

O tipo de rios S3 apresenta características climáticas típicas da Região Sul, com temperaturas elevadas e baixas precipitações, distinguindo-se dos restantes tipos pela presença de depósitos sedimentares que influenciam de forma determinante as comunidades biológicas aí presentes. Os rios de menor dimensão poderão apresentar regime hidrológico temporário.

O **tipo S4** possui uma distribuição no território nacional limitada às zonas calcárias da região do Algarve. No que se refere à litologia, os rios pertencentes a este tipo inserem-se em zonas de natureza essencialmente calcária, com um grau de mineralização intermédio a elevado (entre os 10 e os 90%). Este tipo caracteriza-se por uma temperatura média anual elevada (cerca de 17°C), por uma precipitação média anual baixa (630 mm) e por valores de altitude baixos (em média 54 mm). No que diz respeito à dimensão da área de drenagem, os rios pertencentes ao tipo S4 são rios de pequena dimensão e de escoamento médio anual baixo, com áreas de drenagem inferiores a 100 km<sup>2</sup>.

Os 3 tipos de grandes rios correspondem a rios com uma área de drenagem de dimensão superior a 10000 km<sup>2</sup>, que se apresentam no geral fortemente modificados. A diferença entre os 3 tipos reside na localização no território nacional: o **tipo Rios Grandes do Norte** inclui os Rios Minho e Douro, o **tipo Rios Grandes do Centro** inclui o Rio Tejo e o **tipo Rios Grandes do Sul** inclui o Rio Guadiana.

Os intervalos de valores das variáveis ambientais para os tipos de Rios identificados no território nacional encontram-se no Quadro 2.1.6, a saber:

- Latitude (Unidade: Grau)
- Longitude (Unidade: Grau)
- Altitude (Unidade: metro)
- Dimensão da Área de Drenagem (Unidade: Kilómetro quadrado)
- Temperatura Média Anual (Unidade: Graus Celsius)
- Precipitação Média Anual (Unidade: Milímetro)
- Amplitude Térmica do Ar (Unidade: Graus Celsius)
- Coeficiente de Variação de Precipitação
- Regime de Escoamento (Unidade: Milímetro)

As variáveis ambientais Altitude, Dimensão da Área de Drenagem, Temperatura Média Anual, Precipitação Média Anual, Amplitude Térmica do Ar e Coeficiente de Variação de Precipitação são representadas pelo valor médio  $\pm$  desvio-padrão e pelos valores mínimo e máximo.

A variável Regime de Escoamento é representada pelos valores mínimo e máximo e pela distância inter-quartil.

Quadro 2.1.6 – Lista das principais variáveis ambientais (factores obrigatórios e facultativos) para as várias Tipologias de Rios identificados no território nacional

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos				
	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Dimensão área drenagem (km <sup>2</sup> )	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)	Amplitude Térmica do ar (°C)	Coefficiente Variação precipitação	Regime de escoamento (mm)
Rios Montanhosos do Norte	40° 16' – 42° 03' N	7° 26' – 8° 40' W	506,4±299,8 <sup>(1)</sup>	24,8±17,2 <sup>(1)</sup>	11,0 ± 1,5 <sup>(1)</sup>	1.944,4±379,1 <sup>(1)</sup>	9,1±1,3 <sup>(1)</sup>	0,3±0,02 <sup>(1)</sup>	600 a 2.200 <sup>(2)</sup>
			4,7 – 1.410,6 <sup>(2)</sup>	10,0 – 100,0 <sup>(2)</sup>	7,4 - 14,1 <sup>(2)</sup>	1.114,0 – 3.170,0 <sup>(2)</sup>	6,1 – 10,6 <sup>(2)</sup>	0,25 – 0,31 <sup>(2)</sup>	800 a 1.400 <sup>(3)</sup>
Rios do Norte de Pequena Dimensão	39° 55' – 41° 57' N	6° 12' – 8° 51' W	413,3±242,2 <sup>(1)</sup>	33,3±22,9 <sup>(1)</sup>	12,4±1,3 <sup>(1)</sup>	1.190,2±357,8 <sup>(1)</sup>	10,1±1,3 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	100 a 1.800 <sup>(2)</sup>
			0,0 – 1.199,6 <sup>(2)</sup>	10,0 – 101,0 <sup>(2)</sup>	8,5 - 15,2 <sup>(2)</sup>	413,0 – 2.510,0 <sup>(2)</sup>	6,9 – 14,8 <sup>(2)</sup>	0,25 – 0,31 <sup>(2)</sup>	300 a 800 <sup>(3)</sup>
Rios do Norte de Média-Grande Dimensão	39° 54' – 41° 52' N	6° 22' – 8° 42' W	274,0±204,6 <sup>(1)</sup>	548,6±657,0 <sup>(1)</sup>	12,6±1,2 <sup>(1)</sup>	1.196,4±347,3 <sup>(1)</sup>	10,2±1,2 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	100 a 2.200 <sup>(2)</sup>
			0,2 – 882,5 <sup>(2)</sup>	101,0 – 4.163,0 <sup>(2)</sup>	9,1 - 15,6 <sup>(2)</sup>	399,0 – 2.404,0 <sup>(2)</sup>	7,0 – 14,8 <sup>(2)</sup>	0,26 – 0,31 <sup>(2)</sup>	300 a 800 <sup>(3)</sup>
Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão	40° 36' – 41° 40' N	6° 30' – 7° 39' W	299,8±141,4 <sup>(1)</sup>	960,5±1.115,4 <sup>(1)</sup>	13,1±1,0 <sup>(1)</sup>	595,7±81,1 <sup>(1)</sup>	11,6±0,6 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	25 a 400 <sup>(2)</sup>
			77,0 – 619,6 <sup>(2)</sup>	101,0 – 3.815,0 <sup>(2)</sup>	11,4 - 15,6 <sup>(2)</sup>	426,0 – 1.042,0 <sup>(2)</sup>	9,6 – 12,8 <sup>(2)</sup>	0,27 – 0,31 <sup>(2)</sup>	100 a 200 <sup>(3)</sup>

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos				
	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Dimensão área drenagem (km <sup>2</sup> )	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)	Amplitude Térmica do ar (°C)	Coefficiente Variação precipitação	Regime de escoamento (mm)
Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão	40° 37' – 41° 41' N	6° 28' – 7° 42' W	431,6±159,9 <sup>(1)</sup>	32,0±23,1 <sup>(1)</sup>	13,0±0,83 <sup>(1)</sup>	671,3±133,8 <sup>(1)</sup>	11,6±0,6 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	25 a 600 <sup>(2)</sup>
			77,3 – 809,2 <sup>(2)</sup>	10,0 – 100,0 <sup>(2)</sup>	11,0 - 15,6 <sup>(2)</sup>	450,0 – 1.295,0 <sup>(2)</sup>	9,7 – 13,0 <sup>(2)</sup>	0,27 – 0,31 <sup>(2)</sup>	100 a 300 <sup>(3)</sup>
Rios de Transição Norte-Sul	39° 28' – 40° 09' N	7° 34' – 8° 22' W	279,8±121,6 <sup>(1)</sup>	150,7±361,0 <sup>(1)</sup>	14,1±0,74 <sup>(1)</sup>	1.065,1±168,2 <sup>(1)</sup>	11,2±1,3 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	100 a 1.000 <sup>(2)</sup>
			25,2 – 714,0 <sup>(2)</sup>	10,0 – 2.637,0 <sup>(2)</sup>	12,3 - 15,5 <sup>(2)</sup>	692,0 – 1.556,0 <sup>(2)</sup>	9,6 – 14,3 <sup>(2)</sup>	0,27 – 0,32 <sup>(2)</sup>	300 a 800 <sup>(3)</sup>
Rios do Litoral Centro	38° 50' – 40° 42' N	8° 21' – 9° 26' W	43,5±44,2 <sup>(1)</sup>	179,8±671,1 <sup>(1)</sup>	14,8±0,32 <sup>(1)</sup>	940,8±118,1 <sup>(1)</sup>	9,83±1,0 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	50 a 1.000 <sup>(2)</sup>
			0,00 – 300,1 <sup>(2)</sup>	10,0 – 5.386,0 <sup>(2)</sup>	13,7 - 15,5 <sup>(2)</sup>	619,0 – 1.368,0 <sup>(2)</sup>	4,6 – 11,8 <sup>(2)</sup>	0,28 – 0,30 <sup>(2)</sup>	150 a 400 <sup>(3)</sup>
Rios do Sul de Pequena Dimensão	37° 08' – 40° 04' N	6° 54' – 8° 54' W	183,2±75,3 <sup>(1)</sup>	30,2±21,3 <sup>(1)</sup>	15,7±0,88 <sup>(1)</sup>	627,8±85,6 <sup>(1)</sup>	11,38±1,2 <sup>(1)</sup>	0,3±0,02 <sup>(1)</sup>	25 a 400 <sup>(2)</sup>
			0,00 – 480,5 <sup>(2)</sup>	10,0 – 100,0 <sup>(2)</sup>	12,4 – 18,0 <sup>(2)</sup>	387,0 – 978,0 <sup>(2)</sup>	5,5 – 14,4 <sup>(2)</sup>	0,25 – 0,35 <sup>(2)</sup>	100 a 200 <sup>(3)</sup>
Rios do Sul de Média-Grande Dimensão	37° 10' – 40° 04' N	6° 54' – 8° 50' W	136,9±67,6 <sup>(1)</sup>	438,5±579,2 <sup>(1)</sup>	15,8±0,92 <sup>(1)</sup>	587,0±83,9 <sup>(1)</sup>	11,38±1,2 <sup>(1)</sup>	0,3±0,02 <sup>(1)</sup>	25 a 400 <sup>(2)</sup>
			0,06 – 310,4 <sup>(2)</sup>	101,0 – 3.611,0 <sup>(2)</sup>	12,4 – 17,4 <sup>(2)</sup>	406,0 – 839,0 <sup>(2)</sup>	8,68 – 13,7 <sup>(2)</sup>	0,25 – 0,35 <sup>(2)</sup>	100 a 200 <sup>(3)</sup>
Rios	37° 16' –	7° 14' –	175,0±146,9 <sup>(1)</sup>	60,5±87,5 <sup>(1)</sup>	15,4±0,33 <sup>(1)</sup>	742,8±84,9 <sup>(1)</sup>	9,26±0,47 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	100 a 600 <sup>(2)</sup>

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos				
	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Dimensão área drenagem (km <sup>2</sup> )	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)	Amplitude Térmica do ar (°C)	Coefficiente Variação precipitação	Regime de escoamento (mm)
Montanhosos do Sul	39° 31' N	9° 26' W	7,13 – 553,7 <sup>(2)</sup>	10,0 – 451,0 <sup>(2)</sup>	14,7 – 16,1 <sup>(2)</sup>	613,0 – 1.081,0 <sup>(2)</sup>	8,99 – 10,5 <sup>(2)</sup>	0,27 – 0,32 <sup>(2)</sup>	200 a 300 <sup>(3)</sup>
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	37° 47' – 39° 57' N	7° 57' – 9° 19' W	54,35±44,6 <sup>(1)</sup>	388,3±1.080,5 <sup>(1)</sup>	15,6±0,38 <sup>(1)</sup>	729,5±118,3 <sup>(1)</sup>	11,6±1,15 <sup>(1)</sup>	0,3±0,01 <sup>(1)</sup>	25 a 800 <sup>(2)</sup>
			0,01 – 339,2 <sup>(2)</sup>	10,0 – 7422,0 <sup>(2)</sup>	14,5 – 16,3 <sup>(2)</sup>	539,0 – 1 226,0 <sup>(2)</sup>	9,22 – 14,4 <sup>(2)</sup>	0,26 – 0,33 <sup>(2)</sup>	100 a 200 <sup>(3)</sup>
Calcários do Algarve	37° 01' – 37° 16' N	7° 37' – 8° 57' W	54,20±57,0 <sup>(1)</sup>	67,3±89,5 <sup>(1)</sup>	16,9±0,48 <sup>(1)</sup>	632,0±60,2 <sup>(1)</sup>	9,75±1,31 <sup>(1)</sup>	0,3±0,00 <sup>(1)</sup>	0 a 300 <sup>(2)</sup>
			0,00 – 242,0 <sup>(2)</sup>	10,0 – 493,0 <sup>(2)</sup>	16,1 – 19,0 <sup>(2)</sup>	415,0 – 791,0 <sup>(2)</sup>	5,40 – 12,7 <sup>(2)</sup>	0,31 – 0,33 <sup>(2)</sup>	50 a 200 <sup>(3)</sup>
Rios Grandes do Norte	42° 15' – 36° 96' N	-9° 51' – -6° 18' W	–	>10 000	–	–	–	–	–
Rios Grandes do Centro	42° 15' – 36° 96' N	-9° 51' – -6° 18' W	–	>10 000	–	–	–	–	–
Rios Grandes do Sul	42° 15' – 36° 96' N	-9° 51' – -6° 18' W	–	>10 000	–	–	–	–	–

Observações:

T – Temperatura;

P – Precipitação

<sup>(1)</sup> Média ± Desvio-padrão; <sup>(2)</sup> Mínimo – Máximo; <sup>(3)</sup> Distância Interquartil

Fonte: INAG I. P. (2008a)



Na Região Hidrográfica (RH) do Sado e Mira encontram-se quatro tipos de Rios, conforme disposto no Quadro 2.1.7. e na Figura 2.1.3.

Quadro 2.1.7 – Tipologias de rios existentes na RH do Sado e Mira

Tipologia	N.º de massas de água / tipo	
	INAG	ACTUAL (*)
Rios do Sul de Pequena Dimensão (Tipo S1; $\leq 100$ )	98	99
Rios do Sul de Média-Grande Dimensão (Tipo S1; $> 100$ )	19	19
Rios Montanhosos do Sul (Tipo S2)	11	11
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (Tipo S3)	67	67
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>196</b>

Observação: (\*) O número de massas de água contempla as novas massas de água resultantes do processo de delimitação, apresentado no sub-capítulo 2.1.3.5. Delimitação de Novas Massas de Água

Fonte: InterSIG – INAG, 2009

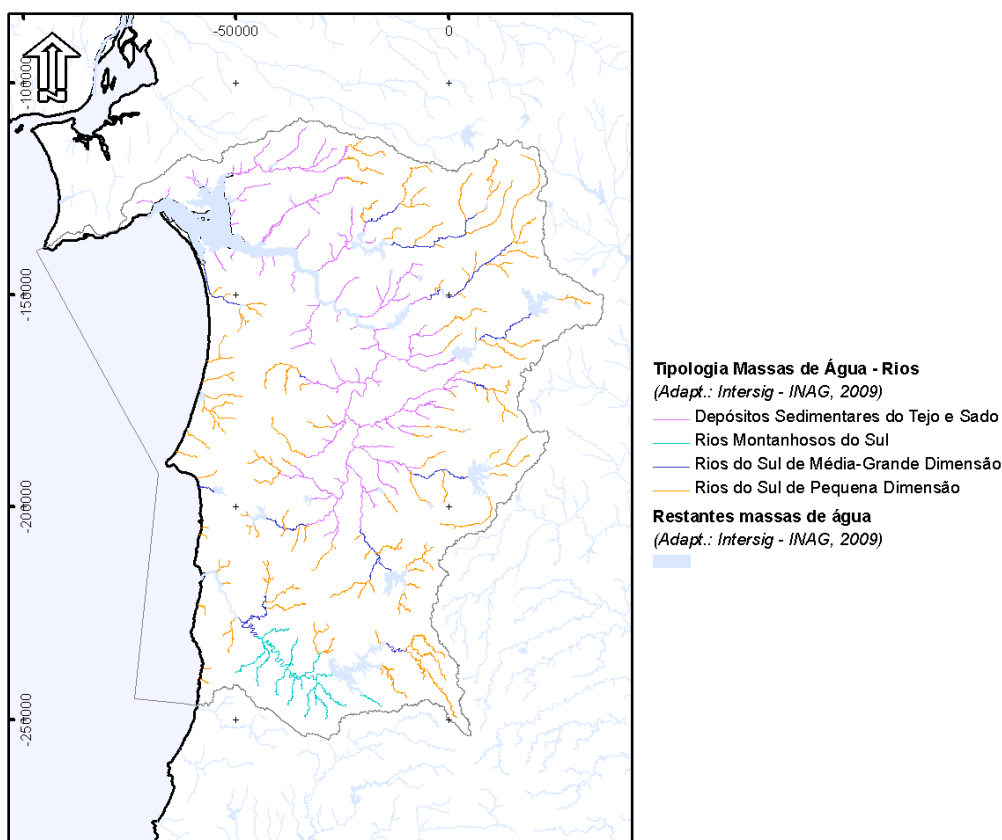


Figura 2.1.3 – Tipologias de Rios presentes na RH6

### 2.1.2.3. Tipologias de Albufeiras

Como referido, a DQA propõe uma tipologia de base abiótica, baseada em variáveis físico-químicas e hidromorfológicas, com a ideia subjacente de que a diferentes cenários abióticos correspondem comunidades biológicas distintas. Porém, se tal facto está sobejamente demonstrado para os Rios e Lagos, não o foi suficientemente para massas de água criadas para uso humano, advogando alguns autores a existência de uma organização biológica não determinística. As albufeiras são classificadas na DQA como massas de água fortemente modificadas, ou seja, que resultam da profunda alteração de um sistema aquático previamente existente, diferenciadas de acordo com os descritores aplicáveis à categoria de águas de superfície a que mais se assemelham (Anexo II), neste caso os Lagos. Nesta classificação são ignoradas as particularidades ecológicas das albufeiras, sistemas mistos ou de transição entre Lagos e Rios.

A metodologia para a identificação dos tipos seguiu as orientações do documento-guia *WFD CIS Guidance Document N.º 2: Identification of Waterbodies* (WFD CIS, 2003a) e de outros documentos, entre os quais se destaca Ferreira *et al.* (2009).

Tal como já foi referido, a DQA propõe dois sistemas de classificação das massas de água, o Sistema A e o Sistema B, sendo que a escolha da aplicação de um destes sistemas fica ao critério de cada Estado-Membro. Nos Quadros 2.1.8 e 2.1.9 são apresentados os factores para aplicação do Sistema A e B, respectivamente.

Quadro 2.1.8 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Lagos

Tipologia fixa	Descritores
<b>Eco-região</b>	Eco-regiões representadas no mapa A do anexo XI da DQA
<b>Tipo</b>	<p><b>Altitude:</b></p> <p>Grande altitude: &gt; 800 m</p> <p>Média altitude: de 200 a 800 m</p> <p>Baixa altitude: &lt; 200 m</p>
	<p><b>Profundidade (com base na profundidade média):</b></p> <p>Inferior a 3m</p> <p>De 3 a 15 m</p> <p>Superior a 15 m</p>



Tipologia fixa	Descritores
	<p><b>Dimensão (com base na área):</b></p> <p>De 0,50 km<sup>2</sup> a 1 km<sup>2</sup></p> <p>De 1 km<sup>2</sup> a 10 km<sup>2</sup></p> <p>De 10 km<sup>2</sup> a 100 km<sup>2</sup></p> <p>Superior a 100 km<sup>2</sup></p>
	<p><b>Geologia:</b></p> <p>Solo calcário</p> <p>Solo silicioso</p> <p>Solo orgânico</p>

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Quadro 2.1.9 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Lagos

Caracterização alternativa	Factores físicos e químicos que determinam as características do lago e, por conseguinte, a estrutura e composição da população biológica.
<b>Factores Obrigatórios</b>	<p>Altitude</p> <p>Latitude</p> <p>Longitude</p> <p>Profundidade</p> <p>Geologia</p> <p>Dimensão</p>
<b>Factores Facultativos</b>	<p>Profundidade média das águas</p> <p>Forma do lago</p> <p>Tempo de residência</p> <p>Temperatura média do ar</p> <p>Amplitude térmica do ar</p> <p>Características de mistura (monomíctico, dimíctico, polimíctico)</p> <p>Capacidade de neutralização dos ácidos</p> <p>Estado de referência de concentração de nutrientes</p> <p>Composição média do substrato</p> <p>Flutuação do nível das águas</p>

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Em Portugal, tal como para os Rios, foi inicialmente testado o Sistema A, e posteriormente aplicado um Sistema do tipo B, específico para as massas de água de características mistas rio/lago como são as albufeiras.

Num primeiro passo, houve necessidade de definir o universo de albufeiras a utilizar no tratamento de dados. De todas as albufeiras do território nacional continental seleccionaram-se as que apresentam um espelho de água no Nível de Pleno Armazenamento (NPA) com uma área superior a 0,5 km<sup>2</sup>. Foram excluídas as albufeiras com uma idade inferior a 5 anos a partir da sua entrada em funcionamento (à data de início do protocolo – 2004), uma vez que na fase pós-enchimento as características biológicas e ecológicas da albufeira não se encontram ainda estabilizadas. Após processo de selecção com base nestes dois critérios, obteve-se um universo de 77 albufeiras. Estas distribuem-se por todo o país, nas bacias hidrográficas de Tejo (19), Douro (13), Sado (11), Guadiana (11), Mondego (7), Cávado (7), Lima (2), Arade (2), Ave (1), Mira (1), Ribeiças do Alentejo (1), do Algarve (1) e do Oeste (1), por ordem decrescente.

A aplicação do sistema A ao universo das 77 albufeiras, para o qual foram utilizados os factores obrigatórios (i.e. dimensão, altitude e profundidade média) produziu uma tipologia dispersa e sem evidenciar os gradientes ecológicos existentes, tendo sido descartada.

Para a tipologia B, foram consideradas 23 variáveis para o universo das 77 albufeiras. As variáveis podem ser agrupadas em três tipos, de acordo com o Quadro 2.1.10.

Quadro 2.1.10 – Factores do Sistema B para Albufeiras adoptados em Portugal

<b>Factores</b>
<b>Obrigatórios</b>
Altitude (ao NPA),
Latitude
Longitude
Geologia dominante
Tamanho (como volume NPA)
<b>Facultativos</b>
Desenvolvimento da margem (Área/Perímetro)
Índice de forma (comprimento máximo/largura máxima)
Temperatura média do ar (junto à barragem)
Variação média do nível da água
Profundidade média (volume NPA/área NPA)
Grau de mineralização (em função da geologia dominante, classificação em 3 classes fornecida pelo INAG)
Dureza da água

Factores
<b>Específicos para albufeiras (relativos à bacia de drenagem)</b>
Área da bacia de drenagem
Declive médio da bacia de drenagem
Densidade da rede de drenagem
Distância à nascente
Distância à foz
Número de afluentes
número de ordem máximo (à escala 1:50 000)
Evapotranspiração real média anual
Precipitação média anual na bacia
Temperatura média anual na bacia

A matriz de 23 variáveis (factores) para as 77 albufeiras foi tratada estatisticamente (análises multivariadas), tendo-se obtido uma separação das albufeiras em três grandes tipos, de acordo com os gradientes ecológicos (Figura 2.1.4):

- **Tipo Cursos Principais** (10 albufeiras), correspondente aos cursos principais do Tejo e Douro (uma vez que Alqueva e Pedrógão não foram incluídas neste universo de albufeiras);
- **Tipo Albufeiras do Norte** (33 albufeiras), que agrega as massas de água mais frias (média anual), instaladas em regiões mais pluviosas, elevadas ou declivosas;
- **Tipo albufeiras do Sul** (34 albufeiras), correspondente às massas de água mais quentes e instaladas em regiões secas.

As albufeiras do Tipo Cursos Principais localizam-se no curso principal dos grandes rios internacionais, possuem um tempo de residência inferior a 10 dias e são utilizadas para a produção de energia hidroeléctrica.

As albufeiras do Tipo Albufeiras do Norte localizam-se no norte de Portugal, têm um tempo de residência inferior a 7 meses e localizam-se em bacias hidrográficas com precipitação média anual superior a 800 mm e temperaturas médias anuais inferiores a 15°C. A dureza da água é, em média, inferior a 50 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>.

As albufeiras do Tipo Albufeiras do Sul localizam-se no sul de Portugal, têm um tempo de residência superior a sete meses e localizam-se em bacias hidrográficas com precipitação média anual inferior a 800 mm e temperaturas médias anuais superiores a 15°C. A dureza da água é, em média, superior a 50 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. As albufeiras do Tipo Sul são normalmente utilizadas para o regadio (barragens hidroagrícolas) e para o abastecimento de água.

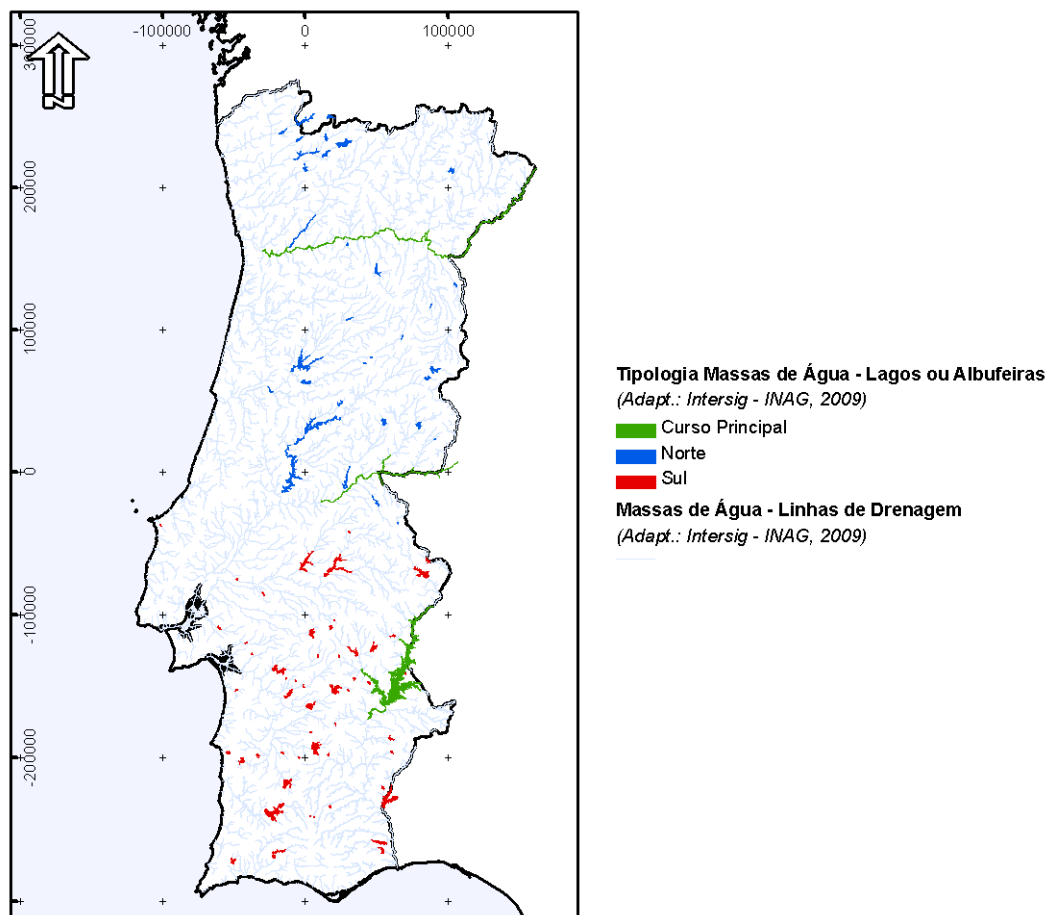


Figura 2.1.4 – Tipologia final com 3 Tipos de Massas de Água Fortemente Modificadas (Albufeiras) em Portugal Continental, definida no âmbito da implementação da DQA

No Quadro 2.1.11 apresentam-se os valores médios e o desvio-padrão para as variáveis que estiveram na base da separação das albufeiras. No que diz respeito ao grau de mineralização, este corresponde à classe de maior frequência de observação no grupo respectivo de albufeiras.

Na Região Hidrográfica (RH) do Sado e Mira encontra-se uma tipologia de Albufeiras – **Albufeiras de Tipo Sul** – num total de **20 massas de água** (19 massas de água definidas pelo INAG, I. P., e uma albufeira – albufeira do Paço – incluída devido ao processo de revisão das massas de água fortemente modificadas).

Quadro 2.1.11 – Média e desvio-padrão das variáveis consideradas na tipologia B da DQA. As variáveis utilizadas pelas funções discriminantes estão assinaladas a negrito

Variável		Cursos Principais		Norte		Sul	
		Média	SD	Média	SD	Média	SD
<b>Obrigatórios</b>	<b>Altitude (m)</b>	189,4	198,4	438,3	362,9	119,7	68,7
	Geologia dominante (% silicioso)	100	0	99,7	1,7	93,1	16,1
	<b>Tamanho (volume NPA) (dam<sup>3</sup>)</b>	85.961	42.016	137.425	242.167	64.831	95.502
<b>Facultativos</b>	<b>Desenvolvimento de margem</b>	7,7	1,3	5,1	3,3	5,7	3,0
	Temperatura média do ar na albufeira (°C)	13,3	1,4	12,4	1,9	16	0,6
	<b>Variação média do nível (m)</b>	2,9	1,4	17,9	14,3	14,5	8,5
	<b>Profundidade média (m)</b>	18,0	8,8	18,3	10,7	9,4	5,9
	<b>Grau de mineralização</b>	Elevada		Baixa		Média	
	Dureza total média (mg/l)	128,6	22,6	32,1	30,3	104,3	47,6
	Expansão	38,3	27,7	5,4	8,4	2,1	1,4
<b>Específicos</b>	Área da bacia de drenagem (ha)	6.963.531	2.778.598	69.096	98.763	31.705	44.768
	Declive médio da bacia (%)	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Número de afluentes principais	1,0	0,0	1,4	0,7	1,6	0,8
	<b>Distância à nascente (m)</b>	670,7	124,6	53,6	60,2	35,3	27,6
	Distância à foz (m)	178.102	100.795	156.153	90.343	117.258	71.699,9
	Número de ordem máximo	5,8	0,4	3,0	1,2	2,6	0,9
	Evapotranspiração real (mm)	510	114,4	629,5	11,9	473,5	49,6
	<b>Precipitação média anual na bacia (mm)</b>	759,9	135,2	1451,8	607,7	679,2	96,4
	<b>Temperatura média do ar na bacia (°C)</b>	12,3	0,9	11,8	1,7	16,0	0,7
	Densidade de drenagem	0,00220	0,00640	0,02674	0,04484	0,00097	0,00039
	Profundidade máxima (m)	59,2	23,9	60,4	32,5	38,6	18,2

Fonte: Ferreira et al. (2009)

#### 2.1.2.4. Tipologias de Águas de Transição

A metodologia para a identificação dos tipos de massas de água de transição seguiu as orientações do documento-guia *WFD CIS Guidance Document Number 5: Transitional and Coastal waters – Typology, reference conditions and classification systems* (WFD CIS, 2003b) e a informação produzida no âmbito dos projectos TICOR (“*Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*”) e

MONAE (“*Water Framework Directive – Transitional and Coastal Waters – Proposal for the definition of water bodies*”), nomeadamente Bettencourt *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2005).

À semelhança dos Rios e Lagos, a definição dos tipos para a categoria águas de transição, de acordo com o Anexo II da DQA, pode ser feita com base em dois sistemas:

- “Sistema A”: identifica tipos de acordo com uma tipologia fixa; esta metodologia identifica eco-regiões geográficas; utiliza as classes de salinidade e de regime de marés para caracterizar as águas de transição;
- “Sistema B”: utiliza factores obrigatórios e facultativos que determinam depois a estrutura e composição das populações biológicas.

Nos Quadros 2.1.12 e 2.1.13 estão descritos os Factores a serem utilizados pelos Sistemas A e B para Águas de Transição, respectivamente.

Quadro 2.1.12 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Águas de Transição

Tipologia fixa	Descritores
Eco-região	Eco-regiões representadas no mapa B do anexo XI (DQA)
Tipo	Com base na salinidade média anual: Inferior a 0,5‰: água doce 0,5‰ a inferior a 5‰: oligo-halino 5‰ a inferior a 18‰: meso-halino 18‰ a inferior a 30‰: poli-halino 30‰ a inferior a 40‰: eu-halino
	Com base na amplitude média das marés: Inferior a 2 m: pequena amplitude De 2 m a 4 m: média amplitude Superior a 4 m: grande amplitude

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Quadro 2.1.13 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Águas de Transição

Caracterização alternativa	Factores físicos e químicos que determinam as características das águas de transição e, por conseguinte, a estrutura e composição da população biológica
Factores obrigatórios	Latitude Longitude Amplitude das marés Salinidade



Caracterização alternativa	Factores físicos e químicos que determinam as características das águas de transição e, por conseguinte, a estrutura e composição da população biológica
<b>Factores facultativos</b>	<p>Velocidade das correntes</p> <p>Exposição às vagas</p> <p>Temperatura média das águas</p> <p>Características de mistura</p> <p>Composição média do substrato</p> <p>Amplitude térmica das águas</p> <p>Turbidez</p> <p>Profundidade</p> <p>Tempo de residência</p> <p>Forma</p>

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Para estas massas de água seguiu-se a metodologia de classificação de tipos com base no “Sistema B”, procedendo-se à consideração dos factores obrigatórios e à selecção dos factores facultativos que mais se adaptam ao contexto ecológico existente.

A tipificação dos processos das águas costeiras e de transição foi obtida por aplicação de dois métodos, tendo o cuidado de minimizar o número de massas de água criadas (Bettencourt *et al.*, 2003):

- Análise pericial “top-down”: cada tipologia foi definida tendo em conta uma caracterização comum em termos dos factores obrigatórios e facultativos; consideraram-se apenas os sistemas de transição com mais de 1 km<sup>2</sup>, de acordo com WFD CIS (2003b); este processo permitiu obter sete tipologias, duas para águas de transição e cinco para águas costeiras;
- Análise de clusters “bottom-up”: foi aplicada uma ferramenta de agregação designada “Deluxe Integrated System for Clustering Operations” (DISCO), desenvolvida no âmbito do projecto LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) a partir do pacote LoiszView disponível *on-line*; criou-se um ficheiro ASCII integrando informação caracterizadora das várias massas de água costeiras e de transição tendo em conta os factores obrigatórios e facultativos do Sistema B; tomando um número de *clusters* igual ao número de tipos obtidos por aplicação da metodologia “top-down” obtiveram-se três conjuntos de *clusters* possíveis; da aplicação deste método obtiveram-se seis tipologias para cada um dos conjuntos de *clusters* (três para águas costeiras e outras três para águas de transição).

Os sistemas de águas de transição foram agrupados em tipos por conjugação das suas características relativamente aos factores obrigatórios e ao factor facultativo apresentados no Quadro 2.1.14, por aplicação da metodologia sequencial anteriormente apresentada. A consideração do factor facultativo de mistura garante maior representatividade das tipologias, dado que as condições de mistura dependem do regime fluvial e este, por sua vez, das condições pluviométricas da região.

Quadro 2.1.14 – Lista de factores utilizados na definição da tipologia das águas de transição em Portugal continental

Factores		Classes
<b>Obrigatórios</b>	Latitude (°)	Uma única classe que contem os limites, a Norte e a Sul, de Portugal Continental
	Longitude (°)	Uma única classe que contém os limites, a Noroeste e a Sudoeste, de Portugal Continental
	Regime de marés (amplitude média de marés, m)	<1 1 a 5 >5
	Salinidade (‰)	Água doce: < 0,6 Oligohalina: 0,5 a 5-7 Mesohalina: 5-6 a 18-21 Polihalina: 18-20 a 31 Euhalina: > 31
<b>Facultativos</b>	Mistura (grau de mistura)	Homogéneo (permanentemente misturado) Parcialmente estratificado Permanentemente estratificado

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Foram estabelecidos os seguintes tipos de águas de transição:

- **Tipo A1 (Estuário mesotidal estratificado)** - localizado na zona Norte de Portugal Continental, Regiões Hidrográficas 1 a 3, onde o regime pluviométrico é uniformemente distribuído ao longo dos meses de Inverno; as massas de água enquadradas nesta tipologia apresentam uma coluna de água bem estratificada, resultado dos elevados caudais fluviais que se registam ao longo de todo o ano, com um regime pluviométrico uniformemente distribuído ao longo dos meses de Inverno; apresentam ainda uma amplitude média de maré de 2 m e salinidades anuais médias de 20‰;
- **Tipo A2 (Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio)** - situado na região Centro e Sul (Sado, Mira e Guadiana); o caudal fluvial destes estuários tem uma

variação sazonal, com regime de escoamento torrencial resultante de chuvas intensas nos meses de Inverno. Verifica-se uma boa mistura da coluna de água ao longo de todo o ano, ocorrendo apenas estratificação em situações pontuais tais como perante a ocorrência de cheias.

Os tipos identificados para a categoria águas de transição encontram-se no Quadro 2.1.15.

Quadro 2.1.15 – Lista dos tipos identificados para a categoria das águas de transição em Portugal Continental.

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos
	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Mistura
A1 Estuário mesotidal estratificado	41° 50' – 41° 08' N	08° 41' – 08° 53' W	Mesotidal (3,5 m)	Polihalina (24)	Estratificado
A2 Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio	40° 37' – 37° 09' N	08° 43' – 07° 23' W	Mesotidal (3,3-3,8 m)	Polihalina (20)	Homogéneo

Na Região Hidrográfica (RH) do Sado e Mira encontra-se apenas uma tipologia de águas de transição – o **Tipo A2** (Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio), num total de **9 massas de água**. Esta tipologia e as massas de água correspondentes encontram-se ilustradas na Figura 2.1.5.

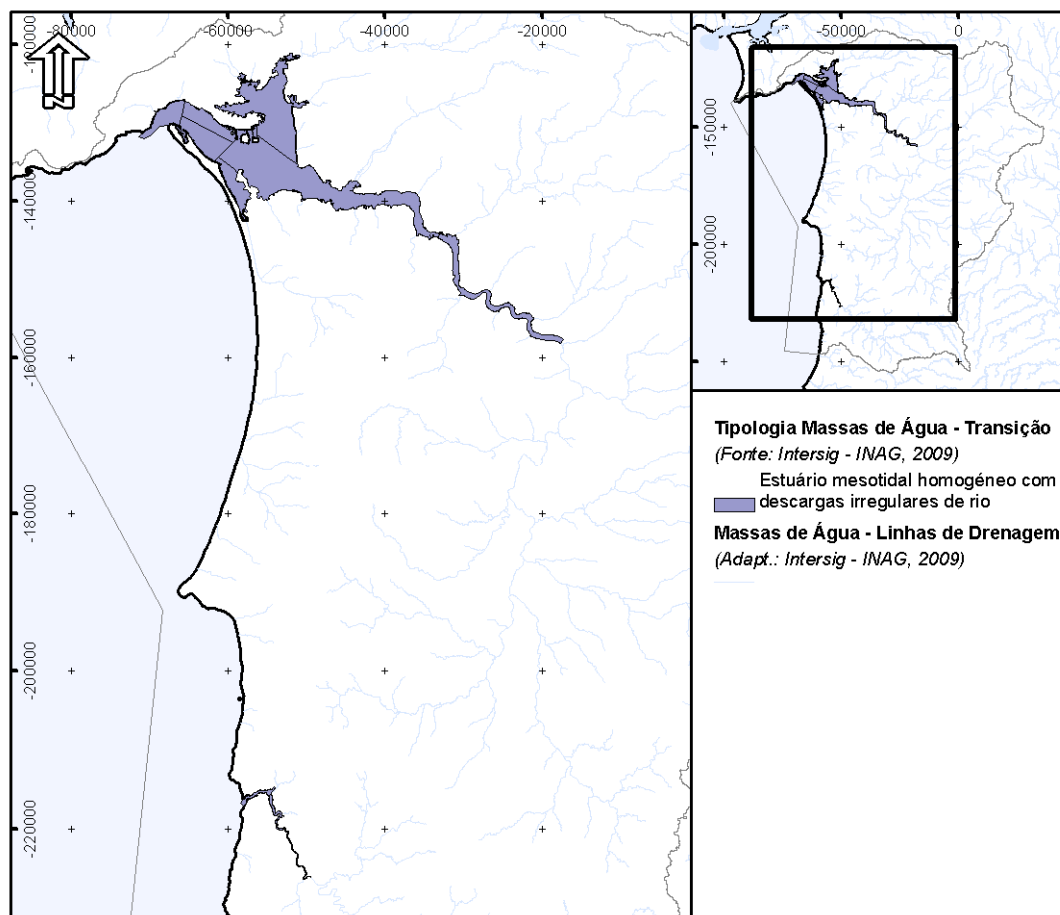


Figura 2.1.5 – Tipologias da categoria Águas de Transição na RH6

No âmbito do projecto EEMA (Avaliação do Estado Ecológico das Massas de Água Costeiras e de Transição e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas), coordenado pelo INAG, foram, no entanto, definidas subtipologias de ambas as tipologias de massas de água de transição. A divisão foi feita com base na forma do canal dos sistemas estuarinos, tendo sido separados os sistemas mais estreitos dos sistemas mais espriados.

Assim, foram criados dois subtipos na tipologia A1: o subtipo dos estuários estreitos, que engloba os estuários do norte desde o estuário do Minho até ao estuário do Lis, à excepção do estuário do Vouga, o único que integra o subtipo dos estuários espriados.

Na tipologia A2, também dividida em dois subtipos, o estuário do Tejo e o estuário do Sado integram o subtipo dos estuários do sul espriados, enquanto os estuários do Mira, Arade e Guadiana integram o subtipo dos estuários do sul estreitos.

No entanto, há que ter em conta o facto de esta classificação não ser ainda definitiva, estando ainda sujeita a alterações.

### 2.1.2.5. Tipologias de Águas Costeiras

A metodologia para a identificação dos tipos de massas de água costeiras seguiu as orientações do documento-guia *WFD CIS Guidance Document Number 5: Transitional and Coastal waters – Typology, reference conditions and classification systems* (WFD CIS, 2003b) e a informação produzida no âmbito dos projectos TICOR (“*Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*”) e MONAE (“*Water Framework Directive – Transitional and Coastal Waters – Proposal for the definition of water bodies*”), nomeadamente Bettencourt *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2005).

À semelhança dos Rios e Lagos, a definição dos tipos para as categorias águas costeiras, de acordo com o Anexo II da DQA, pode ser feita com base em dois sistemas:

- “Sistema A”: identifica tipos de acordo com uma tipologia fixa; esta metodologia identifica eco-regiões geográficas; utiliza as classes salinidade anual e de profundidade para caracterizar as águas costeiras;
- “Sistema B”: utiliza factores obrigatórios e facultativos que determinam depois a estrutura e composição das populações biológicas.

Nos Quadros 2.1.16 e 2.1.17 estão descritos os Factores a serem utilizados pelos Sistemas A e B para Águas Costeiras, respectivamente.

Quadro 2.1.16 – Factores Obrigatórios do Sistema A para Águas Costeiras

Tipologia fixa	Descritores
Eco-região	Eco-regiões representadas no mapa B do anexo XI (DQA)
Tipo	Com base na salinidade média anual: Inferior a 0,5‰: água doce 0,5‰ a inferior a 5‰: oligo-halino 5‰ a inferior a 18‰: meso-halino 18‰ a inferior a 30‰: poli-halino 30‰ a inferior a 40‰: eu-halino

Tipologia fixa	Descritores
	<p>Com base na profundidade média das águas:</p> <p>Pouco profundas: Inferior a 30 m</p> <p>Intermédias: de 30 m a 200 m</p> <p>Profundas: superior a 200 m</p>

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Quadro 2.1.17 – Factores Obrigatórios e Facultativos do Sistema B para Águas Costeiras

Caracterização alternativa	Factores físicos e químicos que determinam as características das águas de transição e, por conseguinte, a estrutura e composição da população biológica
<b>Factores obrigatórios</b>	<p>Latitude</p> <p>Longitude</p> <p>Amplitude das marés</p> <p>Salinidade</p>
<b>Factores facultativos</b>	<p>Velocidade das correntes</p> <p>Exposição às vagas</p> <p>Temperatura média das águas</p> <p>Características de mistura</p> <p>Composição média do substrato</p> <p>Amplitude térmica das águas</p> <p>Turvação</p> <p>Tempo de retenção (das bacias fechadas)</p>

Fonte: Anexo I do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março

Para estas massas de água seguiu-se a metodologia de classificação de tipos com base no “Sistema B”, procedendo-se à consideração dos factores obrigatórios e à selecção dos factores facultativos que mais se adaptam ao contexto ecológico existente.

A tipificação dos processos das águas costeiras foi obtida por aplicação de dois métodos, tendo o cuidado de minimizar o número de massas de água criadas (Bettencourt *et al.*, 2003):

- análise pericial “top-down”: cada tipologia foi definida tendo em conta uma caracterização comum em termos dos factores obrigatórios e facultativos; consideraram-se apenas os sistemas de transição com mais de 1 km<sup>2</sup>, de acordo com WFD CIS (2003b); este processo permitiu obter cinco tipologias para águas costeiras;

- análise de clusters “bottom-up”: foi aplicada uma ferramenta de agregação designada “Deluxe Integrated System for Clustering Operations” (DISCO), desenvolvida pela LOICZ a partir do pacote LoiszView disponível *on-line*; criou-se um ficheiro ASCII integrando informação caracterizadora das várias massas de água costeiras e de transição tendo em conta os factores obrigatórios e facultativos do Sistema B; tomando um número de *clusters* igual ao número de tipos obtidos por aplicação da metodologia “top-down” obtiveram-se três conjuntos de *clusters* possíveis; da aplicação deste método obtiveram-se três tipologias para cada um dos conjuntos de *clusters*.

A definição das Tipologias para a categoria das águas costeiras, conforme requerido pelo Relatório do Artigo 5.º da DQA,, baseou-se no Sistema B e na metodologia sequencial descrita. Como factores obrigatórios foram incluídos a longitude, a latitude, a salinidade e o regime de marés (cf. Quadro 2.1.18). Os factores facultativos considerados foram: a exposição às vagas, a forma e a profundidade. Consideraram-se apenas os sistemas de águas costeiras com mais de 1 km<sup>2</sup>, de acordo com o documento guia (WFD CIS, 2003b). Aos sistemas de menores dimensões foram criteriosamente atribuídas tipologias dentro das identificadas para os sistemas maiores de 1 km<sup>2</sup>.

Quadro 2.1.18 – Lista de factores utilizados na definição da tipologia das águas costeiras

	Factores	Variável	Classes
Obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	Uma única classe que contém os limites, a Norte e a Sul, de Portugal Continental
	Longitude	Longitude (°)	Uma única classe que contém os limites, a Noroeste e a Sudoeste, de Portugal Continental
	Regime de marés	Amplitude média de marés (m)	<1 1 a 5 >5
	Salinidade	Salinidade média anual (‰)	Água doce: < 0,6 Oligohalina: 0,5 a 5-7 Mesohalina: 5-6 a 18-21 Polihalina: 18-20 a 31 Euhalina: > 31

	Factores	Variável	Classes
Facultativos	Exposição às vagas	Exposição às vagas	Extremamente exposto Exposto Moderadamente exposto Abrigado Muito abrigado
	Forma	Forma	Semi-fechada Aberta
	Profundidade	Profundidade média (m)	Pouco profunda: <30 Intermédia: 30 a 50 Profunda: >50

Da análise efectuada resultaram cinco tipos de águas costeiras, dois relativos a lagoas mesotidais (A<sub>3</sub> – semi-fechada; A<sub>4</sub> – pouco profunda) e três de costa mesotidal aberta, diferindo no grau de exposição às vagas: A<sub>5</sub> – exposta; A<sub>6</sub> – moderadamente exposta; A<sub>7</sub> – abrigada.

Foram estabelecidas as seguintes tipologias de sistemas lagunares:

**Tipo A<sub>3</sub> – Lagoa mesotidal semi-fechada** – lagoas localizadas na costa Oeste de Portugal Continental, apresentando um cordão dunar que estabelece a fronteira com o oceano; a comunicação com o mar para renovação das águas ocorre de forma intermitente através da abertura, muitas vezes artificial, de um canal durante os meses de Verão; estes sistemas são pouco profundos, com profundidades médias inferiores a 2 m; registam grande estratificação salina, em consequência da evaporação, dos *inputs* ocasionais de água doce e dos períodos de comunicação temporária com o oceano; a lagoa de Santo André, na costa alentejana, é um exemplo de sistema enquadrado nesta tipologia;

**Tipo A<sub>4</sub> – Lagoa mesotidal pouco profunda** – estes sistemas lagunares complexos, de solos arenosos ou lodosos, constituídos por bancos de areia, sistemas dunares e zonas húmidas, existem apenas na costa Sul de Portugal Continental; a comunicação entre a lagoa e o mar é permanente e ocorre através de várias barras ao longo do cordão dunar delimitar da linha de costa; a homogeneidade da coluna de água é justificada pela reduzida profundidade, as fortes correntes de maré e a frequente renovação da água destas massas de água; com um *input* de água doce negligenciável, apresentam uma profundidade média da ordem dos 2 m e uma salinidade sempre superior a 30‰.

Foram identificadas três tipologias de ambientes de costa aberta diferindo no grau de exposição às vagas, que diminui de Norte para Sul:



**Tipo A5 – Costa atlântica mesotidal exposta** – na costa Norte de Portugal, desde a fronteira com Espanha até ao Cabo Ruivo, predominantemente rochosa e baixa, em que as arribas alternam com zonas baixas arenosas; a amplitude máxima de maré é de 3,8 m e a agitação é de elevada energia, em particular aquando de tempestades marítimas com origem no Atlântico Norte (entre Outubro e Março); a agitação marítima tem origem predominante de Oeste e Sudoeste com um intervalo mais frequente de alturas de onda entre 1 e 3 m; em condições extremas de tempestade, as alturas significativas podem atingir os 8 m (em Leixões a altura de onda de período de retorno de 50 anos é equivalente a 14,6 m);

**Tipo A6 – Costa atlântica mesotidal moderadamente exposta** – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade; esta extensão costeira apresenta uma fisiografia diversificada: litoral baixo arenoso entre o Cabo Carvoeiro e o Cabo Raso, dois sectores costeiros irregulares alternam com dois sectores arenosos entre o Cabo Raso e Sines e falésias pontualmente interrompidas por pequenas praias entre Sines e a Ponta da Piedade; o regime médio de agitação é mais moderado que na costa Norte, mas ainda assim podem registar-se alturas de onda significativas de 16,7 m em Sines, para um período de retorno de 50 anos.

**Tipo A7 – Costa mesotidal abrigada** – tipo característico da extensão costeira entre a Ponta da Piedade e a foz do Guadiana; a costa entre a Ponta da Piedade e a Ria Formosa é caracterizada por falésias interrompidas por praias, dominando as ilhas barreira e as penínsulas interrompidas por barras no troço costeiro em frente à Ria Formosa; o restante troço de costa continental portuguesa até ao estuário do Guadiana, apresenta características de litoral baixo arenoso; o clima de onda é aqui mais moderado que na costa ocidental portuguesa, rondando 1 m de altura significativa com origem de Sudoeste e Sudeste e raramente ultrapassando os 4 m.

Os tipos identificados para a categoria das águas costeiras encontram-se no Quadro 2.1.19.

Quadro 2.1.19 – Lista tipos identificados para a categoria águas costeiras

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos		
	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Mistura	Forma	Profundidade (m)
A3 Lagoa mesotidal semi-fechada	39° 26' – 38° 05' N	09° 13' – 08° 47' W	Mesotidal (2m)	Mesohalina	–	Semi-fechada	Pouco profunda (< 2m)
A4 Lagoa mesotidal pouco profunda	36° 58' – 37° 08' N	07° 51' – 08° 37' W	Mesotidal (3,4 m)	Euhalina (35)	–	–	Pouco profunda (2 m)

Designação do tipo	Factores obrigatórios				Factores facultativos		
	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Mistura	Forma	Profundidade (m)
A5 Costa Atlântica mesotidal exposta	41° 50' – 39° 21' N	08° 41' – 09° 24' W	Mesotidal (3,3 – 3,5 m)	Euhalina (35)	Exposta	–	–
A6 Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta	39° 21' – 37° 04' N	09° 24' – 08° 40' W	Mesotidal (3,4 – 3,5 m)	Euhalina (35)	Moderadamente exposta	–	–
A7 Costa Atlântica mesotidal abrigada	37° 04' – 37° 11' N	08° 40' – 07° 24' W	Mesotidal (3,4)	Euhalina (35)	Abrigada	–	–

Na Região Hidrográfica (RH) do Sado e Mira encontram-se as seguintes tipologias de águas costeiras:

- **Tipo A3** – Lagoa mesotidal semi-fechada: **1 massa de água** (Lagoa de Santo André);
- **Tipo A6** – Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta: **2 massas de água**.

Estas tipologias e as massas de água costeiras correspondentes encontram-se ilustradas na Figura 2.1.6.

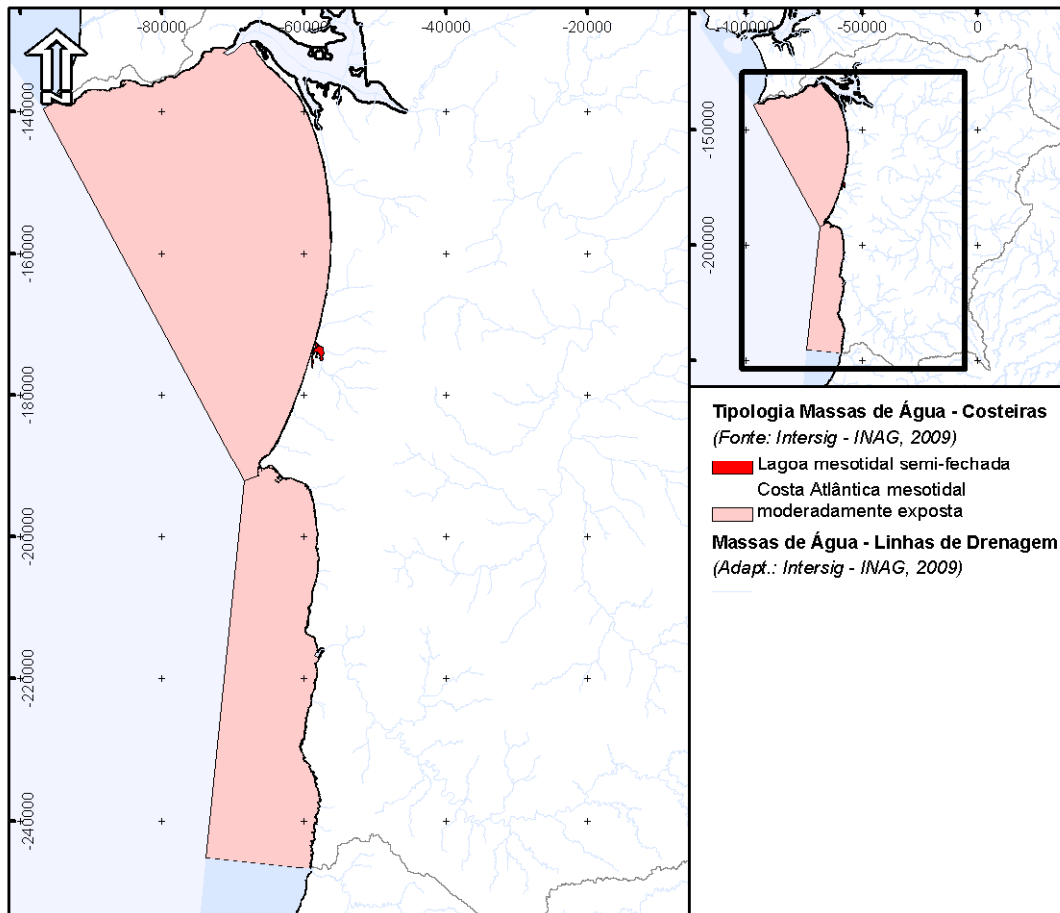


Figura 2.1.6 – Tipologias da categoria Águas Costeiras na RH6

## 2.1.3. Delimitação das Massas de Água

### 2.1.3.1. Introdução

No que diz respeito à delimitação das Eco-regiões, as massas de água pertencentes às Categorias Rios e Lagos estão incluídas na **Eco-região Ibérico-Macaronésica** (Eco-região 1) ao passo que as massas de água das Categorias Águas de Transição e Águas Costeiras integram a **Eco-região do Atlântico Norte**. A delimitação das eco-regiões onde Portugal se insere é apresentada na Figura 2.1.7 e na Carta 2.1.1 (constante do Tomo 2B).

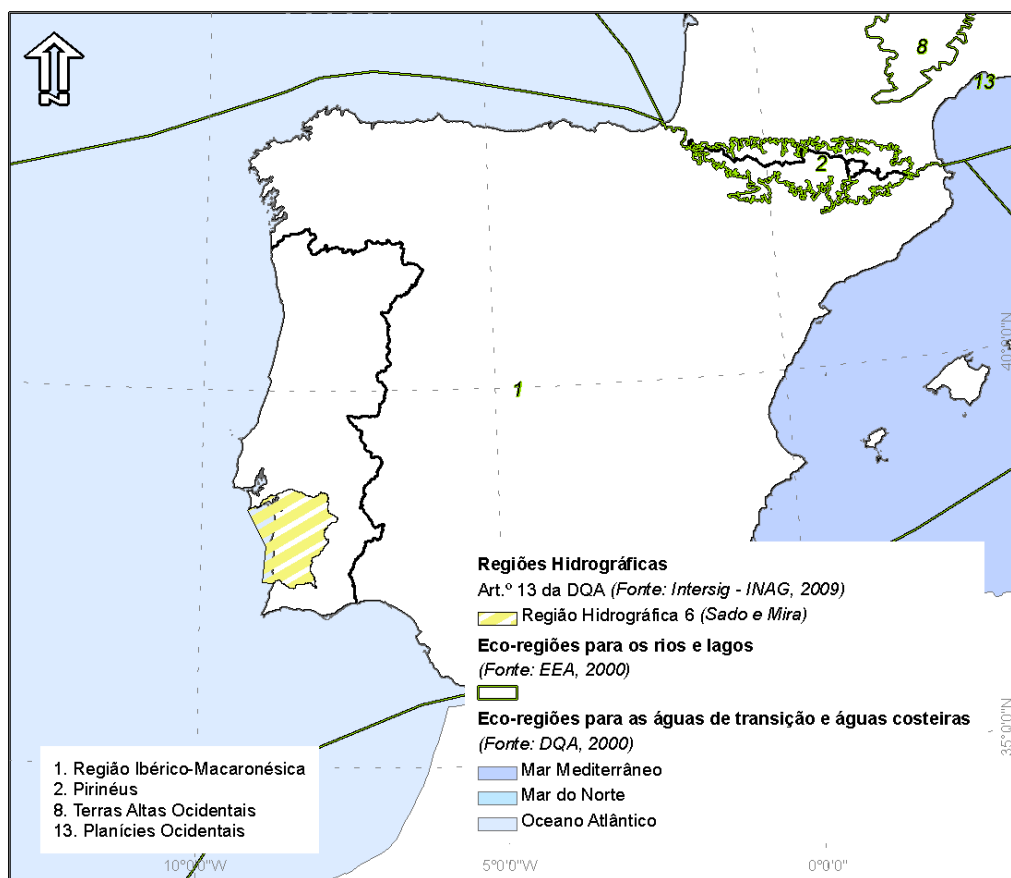


Figura 2.1.7 – Delimitação das Eco-regiões em que Portugal se insere

A delimitação das várias tipologias de massas de água, identificadas para a Região Hidrográfica do Sado e Mira, é apresentada na Carta 2.1.2 (constante do Tomo 2B).

De acordo com o artigo 2.º da DQA, uma **“massa de água de superfície”** é definida por uma massa distinta e significativa de águas de superfície, como por exemplo um lago, uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras.

A identificação e a delimitação das massas de água superficiais basearam-se nos princípios fundamentais da Directiva Quadro da Água da União Europeia (DQA) (60/2000/CE) e nas orientações do documento *WFD CIS Guidance Document N.º 2* (WFD CIS, 2003a):

- considerar uma massa de água como uma subunidade da região hidrográfica para a qual os objectivos ambientais possam ser aplicados, ou seja, para a qual o estado possa ser avaliado e comparado com os objectivos estipulados;

- permitir associar um único estado ecológico a cada massa de água (homogeneidade de estado) criando uma rede de unidades de fácil gestão.

Em síntese, a delimitação de novas massas de água foi feita sempre que se verificaram alterações significativas do estado de qualidade. Estabeleceu-se um número mínimo de massas de água, para as quais é possível estabelecer claramente os objectivos de qualidade ambiental.

No caso das massas de água pertencentes às categorias “águas de transição” e “águas costeiras”, utilizaram-se ainda as metodologias definidas no âmbito do Projecto MONAE (“*Water Framework Directive – Transitional and Coastal Waters – Proposal for the definition of water bodies*”, MONAE, IMAR, 2005).

A metodologia utilizada para a delimitação das massas de água pelo INAG baseou-se numa abordagem combinada de vários critérios, a saber:

- a tipologia;
- as massas de água fortemente modificadas ou artificiais;
- as pressões antropogénicas significativas; e
- os dados da monitorização (físico-química e biológica) disponíveis.

A recolha de novos dados provenientes da monitorização (no âmbito do Artigo 8º da DQA), bem como a incorporação das propostas sugeridas pela Comissão para a Aplicação e o Desenvolvimento da Convenção de Albufeira (CADC), permitiram a delimitação das massas de água de acordo com o Artigo 13º da DQA.

A informação da identificação, localização geográfica e delimitação das massas de água apresentada no presente Plano foi recolhida a partir da base de dados INTERSIG, da responsabilidade do INAG.

De seguida apresenta-se a metodologia utilizada por categoria de massa de água – rios, águas de transição e águas costeiras. A metodologia utilizada para a delimitação das albufeiras e de outras massas de água fortemente modificadas e massas de água artificiais é apresentada no sub-capítulo 2.1.6.

### 2.1.3.2. Delimitação das Massas de Água da Categoria Rios

Para a categoria “Rios” foi feita uma primeira delimitação baseada nos critérios gerais tipologia e massas de água fortemente modificadas e/ou artificiais. O processo de delimitação foi finalizado com recurso a critérios específicos, a saber: indicadores de pressões antropogénicas e dados de monitorização físico-química e análise pericial.

Assim, após a primeira delimitação foram estabelecidos gradientes de impacto das pressões antropogénicas com base nas concentrações de azoto, fósforo e matéria orgânica, responsáveis por alterações do estado trófico e condições de oxigenação. A delimitação de uma nova massa de água foi efectuada sempre que estas condições de suporte aos elementos biológicos variavam significativamente devido ao impacto das pressões, de modo a não garantirem as condições de qualidade para estes mesmos elementos.

A aferição do estado de qualidade das massas de água foi feita com recurso aos dados da monitorização química e físico-química, envolvendo um conjunto mais vasto de parâmetros. As condições químicas das massas de água foram tidas em conta, tendo-se utilizado os dados de monitorização recolhidos no âmbito da Directiva 76/464/CEE de 4 de Abril (relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático). Por fim, a análise pericial permitiu agrupar as várias massas de água na sua delimitação final.

No âmbito do artigo 13.º da DQA, a base cartográfica consistiu na rede hidrográfica definida no âmbito do Art. 8.º da referida Directiva. A divisão das massas de água utilizada foi a definida no âmbito da Comissão de Aplicação e Desenvolvimento da Convenção de Albufeira (CADC) na reunião de 24 de Junho de 2008.

### 2.1.3.3. Delimitação das Massas de Água de Transição

Para a categoria “Águas de Transição” a delimitação foi feita com base nas características físico-químicas da coluna de água (morfologia e salinidade), na avaliação das pressões antropogénicas e numa análise pericial.

Assim, foi aplicado um factor adimensional de forma que reflectir a influência da geometria da coluna de água nos processos ecológicos e efectuado um zonamento da salinidade em três classes, para reflectir o gradiente entre águas doces e marinhas. Utilizaram-se métodos de agregação para minimizar o número de massas de água obtidas através do factor das características naturais.

A avaliação das pressões antropogénicas foi efectuada com base nos seguintes indicadores: concentração de azoto, concentração de fósforo e estimativa da concentração de nutrientes limitativa para a produção primária. Foi utilizado um coeficiente de adimensionalização para a agregação das massas de água contíguas com níveis de pressão semelhantes. Posteriormente foi feita uma nova agregação das massas de água com base no estado de qualidade dos sistemas, através das concentrações em oxigénio dissolvido e Clorofila a.

A análise pericial permitiu harmonizar a delimitação final obtida pelos dois grupos de factores, de forma a reduzir a um número de massas de água em cada sistema.

Ao nível cartográfico foram usados os limites dos estuários da Carta Militar (Série M888) quando estes correspondiam ao visualizado nos ortofotos de 95 e nas imagens de satélite SPOT de 2003. Nos casos em que havia diferenças foi feita a digitalização sobre as imagens raster. No âmbito do artigo 13.º da DQA, introduziram-se ainda as alterações devido à aplicação dos acordos com Espanha no âmbito da CADC.

#### 2.1.3.4. Delimitação das Massas de Água Costeiras

Para a categoria “Águas Costeiras” a delimitação foi feita de forma diferencial, dependendo da tipologia das massas de água. A metodologia utilizada para as tipologias correspondentes a lagoas mesotidais (tipos A3 e A4) foi idêntica à utilizada para a delimitação das massas de água de transição. A delimitação das tipologias de costa aberta (tipos A5, A6 e A7) foi feita com base nas pressões antropogénicas existentes, correspondentes às afluições de água doce (e cargas antropogénicas associadas) através dos estuários.

Assim, a influência dos estuários permitiu a classificação das massas de água em dois grupos:

- o grupo A, correspondente a massas de água adjacentes a estuários e lagoas costeiras com comunicação permanente com o mar e receptoras de quantidades significativas de águas doces ao longo de todo o ano (e poluentes associados); e
- o grupo B, correspondente a massas de água costeiras não sujeitas a pressões antropogénicas significativas e capazes de alterar o estado ecológico.

Posteriormente, a delimitação das massas de água do grupo A foi feita com base em perfis de salinidade, perfis de concentração em sólidos suspensos, concentração de contaminantes ao nível da coluna de água e sedimentos (para identificação das plumas de poluentes), dados provenientes de diversos estudos (hidrodinâmica, biologia, química) e dados de monitorização. A delimitação das massas de água do grupo B foi efectuada com base nas variações tipológicas e na delimitação das regiões hidrográficas.

Ao nível cartográfico foi utilizada a Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2004 (CAOP, 2004) para obter os limites que definem a fronteira litoral de Portugal Continental. Das Regiões Hidrográficas foram usados os limites que definem a fronteira externa (no mar) das águas costeiras. Das massas de água de transição foram usados os limites externos dos estuários i.e. a fronteira com as massas de água costeiras. No âmbito do artigo 13.º da DQA foram feitas algumas alterações em relação às delimitações anteriores

efectuadas (artigos 5.º e 8.º), nomeadamente a alteração das massas de água a jusante do estuário do Guadiana e a divisão da massa costeira da Região Hidrográfica do Minho, ambas deliberadas no âmbito da CADC.

### 2.1.3.5. Delimitação de Novas Massas de Água

A delimitação de novas massas de água é exigida pelo processo de revisão das massas de água artificiais (descrito no sub-capítulo 4.5.6.4) e pelo processo de revisão das massas de água fortemente modificadas (descrito no sub-capítulo 4.5.6.9), no âmbito do artigo 13.º da DQA.

Neste sub-capítulo, são apresentadas as metodologias aplicadas para:

- **Delimitação de novas Massas de Água Lagos (Albufeiras);**
- **Delimitação de novas Massas de Água Rios**
- **Delimitação de Massas de Água Rios Artificiais**

São também apresentadas, no mesmo sub-capítulo, as opções e critérios tomados na actualização de alguns temas oficiais disponibilizados através do portal InterSIG (Massas de Água – Lagos ou Albufeiras, Rios, Rios Artificiais, Rede de drenagem dividida em Massas de Água e Fozes das Massas de Água), inerentes ao processo de delimitação das massas de água.

As fontes de informação utilizadas foram:

- InterSIG (Art.º 13 e Art.º 5 – Massas de Água Rios Artificiais);
- EDIA – EFMA (albufeiras e sistema de rega – adutores);
- Flow Direction Raster, produzido a partir do Modelo Digital de Terreno fornecido pela ARH Alentejo;
- Rede de drenagem mais detalhada – linhas\_agua\_inag\_higvo403\_coded, fornecida pela ARH Alentejo;
- Ortos 2007 – IGP, fornecidos pela ARH Alentejo.

Neste sub-capítulo são também apresentados os resultados do processo de delimitação.

De seguida passa-se a apresentar a estrutura dos conteúdos deste sub-capítulo:

- Delimitação de Novas Massas de Água Lagos (Albufeiras) e Massas de Água Rios
  - A.1. Metodologia



- A.2. Selecção de albufeiras
- A.3. Massas de Água Lagos ou Albufeiras
- A.4. Rede de drenagem dividida em Massas de Água
- A.5. Alterações nos restantes temas
- B. Delimitação de Novas Massas de Água Rios Artificiais
  - B.1. Metodologia
  - B.2. Selecção de Segmentos
  - B.3. Massas de Água Rios Artificiais (Canais de Rega)
- C. Resultados

## A. Delimitação de Novas Massas de Água Lagos (Albufeiras) e Massas de Água Rios

### A.1. Metodologia

Segue-se uma descrição sintética da metodologia utilizada para proceder à actualização dos temas de referência.

- Identificação e selecção das albufeiras a considerar para a actualização do tema de **“Massas de Água Lagos ou Albufeiras”**, incluindo a verificação e validação da delimitação dos respectivos polígonos;
- Actualização do tema **“Massas de Água Lagos ou Albufeiras”** com as geometrias seleccionadas e preenchimento de atributos identificativos e de acordo com as alterações introduzidas, tanto geométricas como alfanuméricas;
- Alteração do tema **“Rede de drenagem dividida em Massas de Água”** de forma a comportar a alteração de categoria das massas de água afectadas pelas alterações, em particular na consideração de troços de massa de água fortemente modificados;
- Alteração geométrica e alfanumérica dos temas **“Bacias Hidrográficas das Massas de Água”**, **“Fozes das Massas de Água”** e **“Massas de Água Rios”** decorrente das alterações anteriores.

### A.2. Selecção de albufeiras

Foram consideradas as albufeiras com área superior a 0,4 km<sup>2</sup>, de acordo com a informação geográfica referida.

Foi identificada uma nova albufeira – a Albufeira do Paço. As características desta albufeira em exploração na RH6 são descritas no sub-capítulo 4.5.6.9.

A delimitação da albufeira identificada como classificável como massa de água – lagos foi feita com recurso da delimitação providenciada pela EDIA, tendo sido substituída por delimitação própria com base nos ortofotomapas referidos sempre que se verificou um desacerto posicional com a localização da massa de água.

A situação resultante resume-se a um tipo: Sobreposição com a rede InterSIG – Albufeira do Paço.

### A.3. Massas de Água Lagos ou Albufeiras

O sistema de codificação de massas de água adoptado segue o apresentado na informação oficial disponibilizada. Um exemplo do sistema aplicado é RHXXNNNooooP, onde XX corresponde ao número de região hidrográfica e NNN à sua abreviatura (por exemplo, o6SAD) e oooo é substituído por um número, no caso da primeira massa de água criada 1270, que é sequencialmente seguido por ordem de região hidrográfica. Por último, o carácter “P” identifica a codificação da massa de água como provisória.

Relativamente aos restantes atributos, sintetizam-se no seguinte quadro as opções tomadas.

Quadro 2.1.20 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massa de Água Lagos ou Albufeiras”

Atributos previamente existentes	
MS_CD, EU_CD	Código na sequencia dos criados anteriormente
NAME	Proveniente das fontes referidas
REGION_CD	AT
BASIN_CD	Atribuído de acordo com o tema “ <b>Principais Bacias Hidrográficas</b> ”
MODIFIED	Y
ENV_OBJECT	HMWB
Restantes atributos	Em branco
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas

### A.4. Rede de drenagem dividida em Massas de Água

O sistema de codificação de segmentos de rede de drenagem adoptado é semelhante ao descrito para as massas de água. A forma do código é PTRIVSEGo000P, sendo que oooo é substituído por um número, no caso do primeiro segmento criado 5287, número seguinte do último código de segmento presente nas informações oficiais, servindo de novo o carácter “P” para identificar a codificação como provisória.

O primeiro conjunto de alterações a este tema teve como objectivo harmonizar a rede de drenagem com o novo elemento do tema “**Massas de Água Lagos ou Albufeiras**” com base nos seguintes critérios:

Troços sobrepostos pelo novo elemento do tema “**Massas de Água Lagos ou Albufeiras**”:

- Quando previamente existentes na rede de drenagem, estes troços foram cortados pelas suas intersecções com os polígonos de albufeira adicionados;
- Quando inexistentes, foram adicionados troços geometricamente idênticos aos troços correspondentes na rede mais detalhada até à secção mais a jusante da albufeira, quando disponível, tendo sido cortados pelas suas intersecções com os polígonos adicionados;
- Os troços resultantes sobrepostos pelas massas de água foram caracterizados como troços fictícios, de acordo como preenchimento constante no quadro seguinte.

Quadro 2.1.21 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 1)

Atributos previamente existentes	
MS_CD, EU_CD	Igual ao polígono correspondente
NAME	Proveniente das fontes referidas
REGION_CD	AT
MODIFIED	Y
ARTIFICIAL	N
CONTINUA	Y
FLOWDIR	Depende da geometria (W)
TYPE_NAME	N/A
ENV_OBJECT	HMWB
RIVER_NAME	NAME simplificado
CATEGORY	LWB
Restantes atributos	Em branco
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

Troço existente a montante do novo elemento do tema “**Massas de Água Lagos ou Albufeiras**”:

- Os elementos resultantes das operações de corte anteriores que pertencessem à rede de drenagem delimitada oficialmente foram reenquadrados em novas massas de água de

categoria rio limitadas a jusante pela massa de água – lago ou albufeira, sendo que a sua informação alfanumérica corresponde ao sintetizado no quadro seguinte.

Quadro 2.1.22 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 2)

Atributos previamente existentes	
MS_CD, EU_CD	Código na sequencia dos criados anteriormente
NAME	Igual ao segmento existente
REGION_CD	Igual ao segmento existente
MODIFIED	Igual ao segmento existente
ARTIFICIAL	Igual ao segmento existente
CONTINUA	Igual ao segmento existente
FLOWDIR	Igual ao segmento existente
TYPE_NAME	Igual ao segmento existente
CATEGORY	Igual ao segmento existente
Restantes atributos	Em branco
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

Troço existente a jusante do novo elemento do tema “**Massas de Água Lagos ou Albufeiras**”:

- No caso do elemento a jusante das albufeiras, considerou-se fortemente modificada qualquer massa de água de desenvolvimento inferior a 2 km a jusante de uma albufeira que não conflua com uma massa de água com uma maior área de drenagem. No caso de ter um desenvolvimento superior a 2 km até à sua confluência de jusante, a classificação de fortemente modificada termina na sua confluência com a restante rede hidrográfica.
- Quando previamente existente na rede de drenagem, o troço resultante das operações de corte descritas anteriormente manteve a codificação e a restante informação alfanumérica disposta nos temas oficiais excepto quando dentro da influência da massa de água fortemente modificada a montante.
- Quando previamente existente na rede de drenagem e dentro da influência de uma massa de água fortemente modificada a montante, o conteúdo alfanumérico é equivalente ao existente anteriormente excepto no caso dos atributos apresentados no quadro seguinte.

Quadro 2.1.23 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 3)

Atributos previamente existentes	
MS_CD, EU_CD	Código na sequência dos criados anteriormente
NAME	Igual ao existente com a terminação de “ (HMWB – Jusante B. [Nome da barragem a montante]) ”
MODIFIED	Y
RISK_TOTAL	Em branco
ENV_OBJECT	Em branco
SEG_CD	Código na sequência dos criados anteriormente
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

Quando inexistentes, os segmentos adicionados com base na rede mais detalhada foram completados de acordo com o quadro seguinte.

Quadro 2.1.24 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Rede de drenagem dividida em Massas de Água” (Parte 4)

Atributos previamente existentes	
MS_CD, EU_CD	Código na sequência dos criados anteriormente
NAME	Obtido em Carta Militar (IGeoE)
MODIFIED	Y
ARTIFICIAL	N
CONTINUA	N
FLOWDIR	Depende da geometria (W)
RIVER_NAME	NAME
CATEGORY	RWB
SEG_CD	Código na sequência dos criados anteriormente
Restantes atributos	Em branco
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

## A.5. Alterações nos restantes temas

As alterações descritas acarretam implicações nos temas **“Bacias Hidrográficas das Massas de Água”**, **“Fozes das Massas de Água”** e **“Massas de Água Rios”**. Como tal:

- O tema **“Bacias Hidrográficas das Massas de Água”** foi actualizado com base na modelação do escoamento superficial, representado pela matriz de escoamentos calculada, tendo sido criada uma bacia hidrográfica individual para a massa de água resultante do processamento descrito. Consequentemente, os atributos deste tema foram preenchidos em equivalência com a informação do tema **“Rede de drenagem dividida em Massas de Água”**.
- O tema **“Fozes das Massas de Água”** foi actualizado em concordância com as alterações no tema **“Bacias Hidrográficas das Massas de Água”**, onde os campos X e Y foram actualizados com as coordenadas de acordo com o sistema de referência (ETRS89) para todos os elementos.
- O tema **“Massas de Água Rios”** foi actualizado em concordância com as alterações no tema **“Rede de drenagem dividida em Massas de Água”**, em particular tendo em conta a passagem de alguns segmentos para o estado de fictício.

## B. Delimitação de Novas Massas de Água Rios Artificiais

### B.1. Metodologia

A delimitação de novas massas de água rios artificiais foi feita com base na informação de adutores de sistemas de rega transmitida pela EDIA. Segue-se uma descrição sintética da metodologia utilizada para proceder à actualização do tema de referência.

- Identificação e selecção dos troços a considerar para a actualização do tema de **“Massas de Água Rios Artificiais”**, incluindo a verificação e validação da delimitação dos respectivos segmentos;
- Actualização do tema **“Massas de Água Rios Artificiais”** com as geometrias seleccionadas e preenchimento de atributos identificativos.

### B.2. Selecção de segmentos

Foram considerados os segmentos com escoamento com superfície livre ao longo de todo ou de parte significativa do seu desenvolvimento, de acordo com o seu conteúdo alfanumérico.

### B.3. Massas de Água Rios Artificiais

A edição do conteúdo alfanumérico dos segmentos seleccionados foi feita de acordo com o Quadro 2.1.25.

Quadro 2.1.25 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massas de Água Rios Artificiais” –  
Art.º 5.º da DQA

<b>Atributos previamente existentes</b>	
NAME	Proveniente da fonte original
MS_CD, EU_CD	Código na sequência dos criados anteriormente
ARTIFICIAL	Y
<b>Atributos adicionados</b>	
FR_Livre	Fracção do desenvolvimento total percorrido em escoamento com superfície livre
Length	Desenvolvimento total
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

A sobreposição dos elementos recolhidos para inclusão no tema “**Massas de Água Rios Artificiais**” permite identificar a existência de troços existentes para a mesma infra-estrutura, no caso em particular para o canal do Roxo. No entanto, a exactidão posicional destes troços não é equivalente, tal como apresentado na Figura 2.1.8.

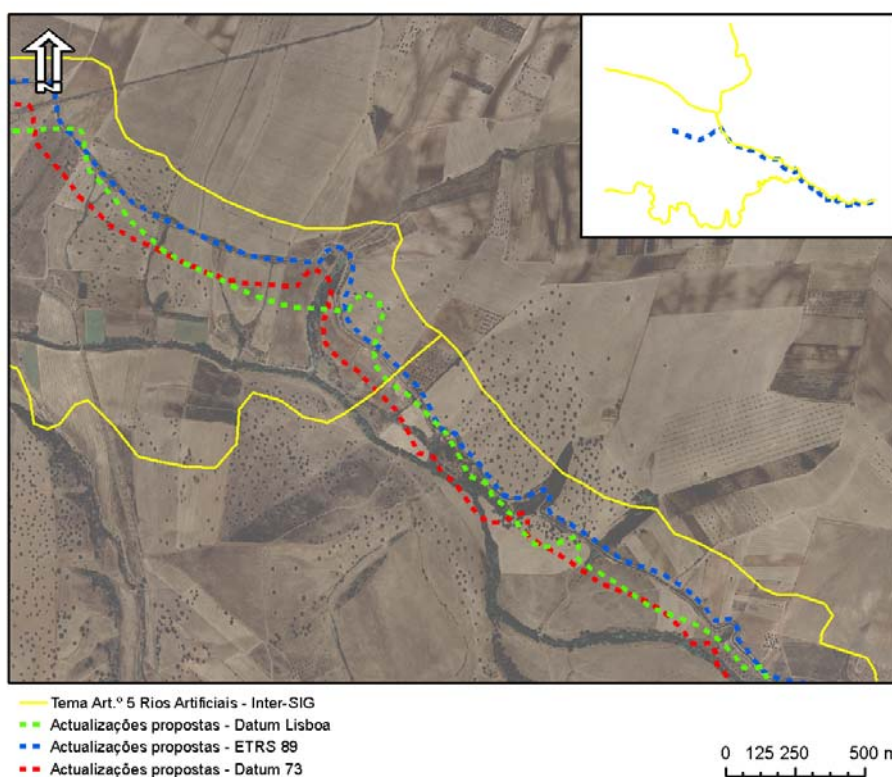


Figura 2.1.8 – Excertos da sobreposição de elementos oficiais e propostos para o tema “Rios Artificiais”

Foram cruzadas diversas versões das actualizações propostas ao troço tendo em vista a despistagem de um hipotético erro de projecção ou de uso de sistema de coordenadas que a justificasse a diferença posicional entre os dados e em comparação com o ortofotomapa para a região.

Consequentemente, uma vez que a informação disponível apresenta uma melhor exactidão posicional e correspondência às estruturas visíveis, a informação oficial foi substituída pela actualização proposta.

A actualização de informação relativa a “**Massas de Água Rios Artificiais**”, para além de envolver o Art.º 5.º (elementos lineares), também tem consequências para o tema respectivo no Art.º 13 (elementos pontuais). A obtenção dos pontos relativos aos elementos actualizados teve com base o cálculo dos seus centróides geométricos. Para a versão do Art.º 13.º deste tema, os atributos foram preenchidos de acordo com o apresentado no Quadro 2.1.26.



Quadro 2.1.26 – Esquema de preenchimento de atributos do tema “Massas de Água Rios Artificiais” – Art.º  
13.º da DQA

Atributos previamente existentes	
NAME	Proveniente da fonte original
MS_CD, EU_CD	Código sequencial (0000XP), X variável
MODIFIED	N
ARTIFICIAL	Y
Restantes atributos	Em branco
Atributos adicionados	
Alterado	Atributo numérico destinado à identificação dos elementos sujeitos às alterações desenvolvidas
OBS	Observações

### C. Resultados

No Quadro 2.1.27 apresentam-se as novas massas de água delimitadas na RH6

Quadro 2.1.27 – Novas Massas de Água Delimitadas na RH6

Novas Massas de Água Delimitadas na RH6		
Massas de água Fortemente Modificadas - Albufeiras		
CÓDIGO	NOME	OBSERVAÇÕES
PT06SAD1721P	Albufeira do Paço	-
Massas de água Fortemente Modificadas – Troços de Rio a Jusante das Novas Albufeiras		
CÓDIGO	NOME	OBSERVAÇÕES
PT06SAD1730P	Ribeira de Canhestros (HMWB - Jusante B. Paço)	Segmento pertencente à informação original EU_CD=PT06SAD1309
Massas de Água da Categoria Rios		
CÓDIGO	NOME	OBSERVAÇÕES
PT06SAD1729P	Ribeira de Canhestros	Segmento pertencente à informação original EU_CD=PT06SAD1309
Massas de Água Artificiais – Rios Artificiais (Canais de Rega)		
CÓDIGO	NOME	OBSERVAÇÕES
PT00004P	Canal de Ligação Loureiro-Alvito	Pertencente à RH6 pelo critério do comprimento (maior comprimento na área da RH6)

<b>Novas Massas de Água Delimitadas na RH6</b>		
PT00003P	Canal de Ligação Alvito-Pisão	Pertencente à RH6 pelo critério do comprimento (maior comprimento na área da RH6)
PT00002P	Canal de Ligação Roxo	Substitui a massa de água artificial constante do Intersig com o código "PTXXX16"
PT00001P	Canal de Adução Infra-estrutura I2	-

Sintetizam-se, nas Figuras seguintes, as principais alterações feitas aos temas referidos, a saber:

- Albufeira do Paço e Troços de Rio a jusante (Figura 2.1.9);
- Massas de Água Artificiais (temas existentes e temas propostos) (Figura 2.1.10);

No que diz respeito à Figura 2.1.10 é representada, para além da Região Hidrográfica do Sado e Mira (RH6), a Região Hidrográfica do Guadiana (RH7), uma vez que se utilizou o critério do comprimento para atribuição de duas massas de água localizadas em ambas as Regiões Hidrográficas à Região Hidrográfica 6. Estão nesta situação as massas de água artificiais "Canal de Ligação Loureiro-Alvito" e "Canal de Ligação Alvito-Pisão".

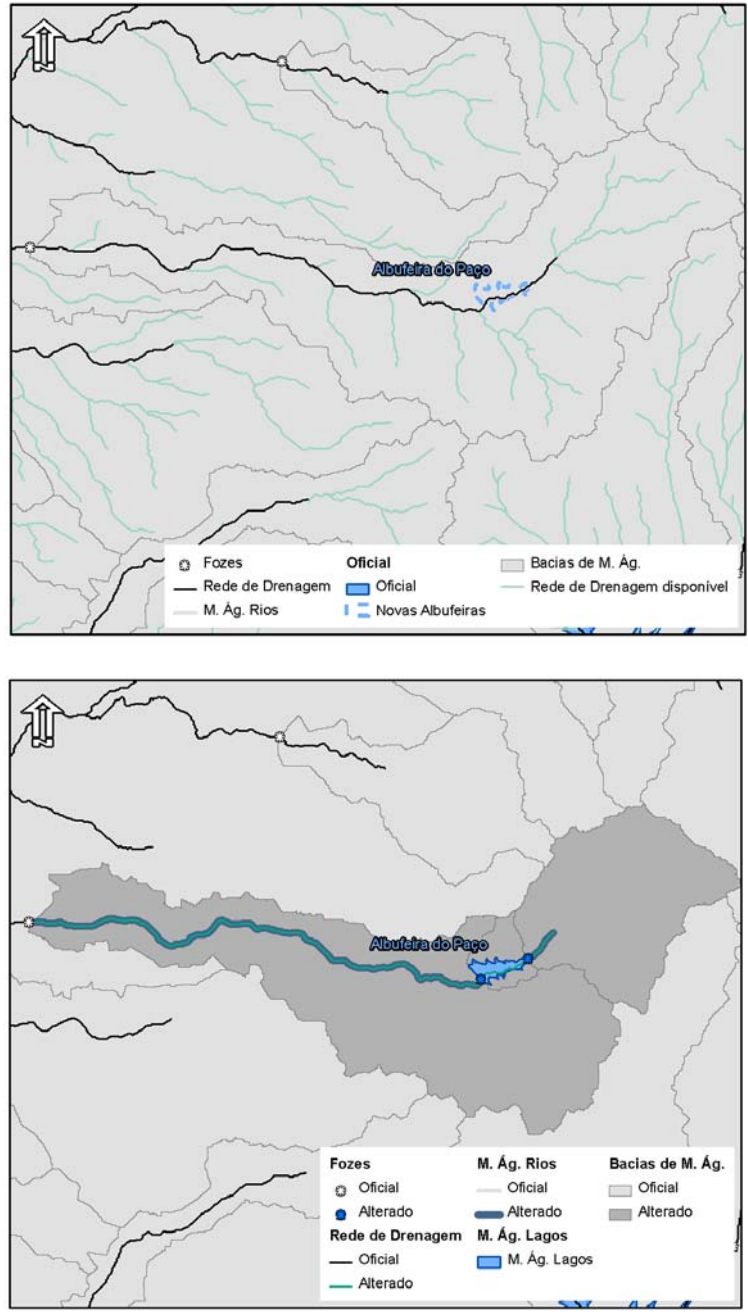


Figura 2.1.9 – Albufeira do Paço e troços de rio a jusante

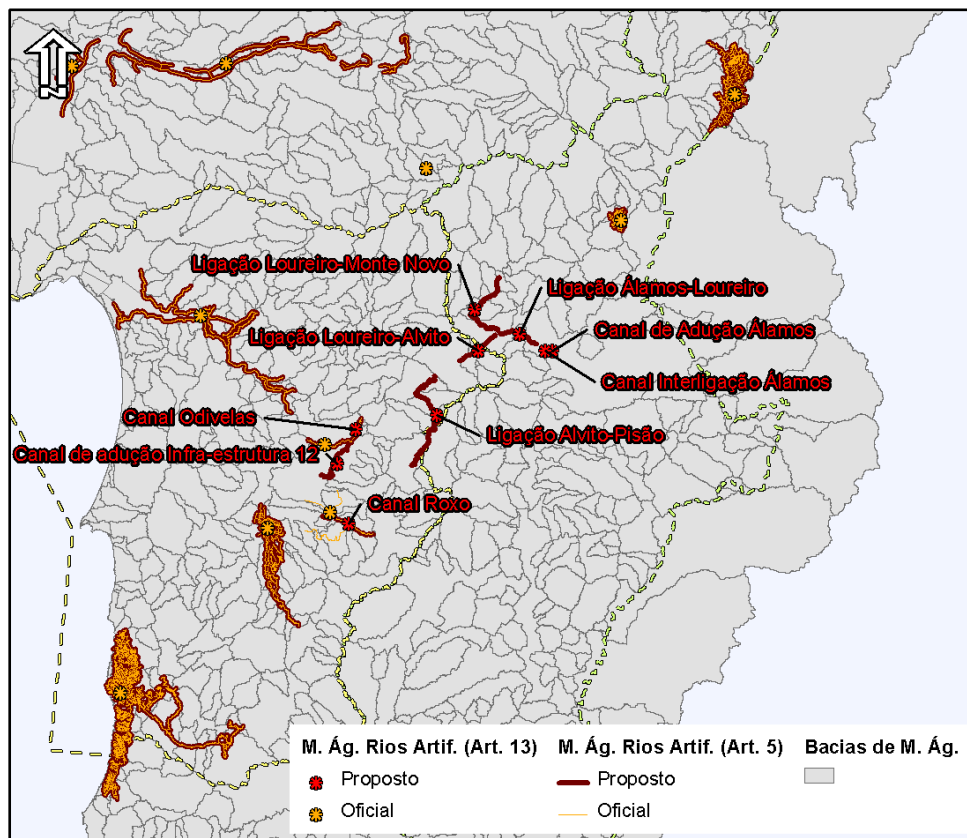


Figura 2.1.10 – Delimitação das massas de água artificiais (temas oficiais e temas propostos)

## 2.1.4. Identificação, Localização Geográfica e Limites das Massas de Água

No Quadro I.1.1 do Anexo I (Tomo 2C) é apresentada a identificação, localização e limites das massas de água para a Região Hidrográfica do Sado e Mira. Para cada massa de água é apresentada a seguinte informação (a indicação a negrito refere-se à designação correspondente no Quadro):

- Nome da massa de água (**Designação**)
- Código europeu (**Código**)
- **Categoria**
- Tipologia (**Tipo**)
- Bacia Hidrográfica
- **Curso de água**

- Coordenadas geográficas (**CG**) – no sistema de referência ETRS89/PT-TMo6 - *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89) (em metro)
- Dimensão da massa de água (**DIM**)
- Indicação caso se encontre dentro de uma zona protegida (**Zona Protegida**)
- Indicação caso tenha sido classificada preliminarmente como artificial ou fortemente modificada (**Classif. Preliminar**)

As coordenadas geográficas (M-P) correspondem às coordenadas da foz do curso de água, no caso das massas de água de transição, e às coordenadas do centro da área da massa de água, no caso de rios, de albufeiras e de águas costeiras. A dimensão corresponde ao comprimento, expresso em km, no caso das massas de água pertencentes à categoria Rios, e à área, expressa em km<sup>2</sup>, no caso das massas de água pertencentes às categorias águas costeiras, lagos (albufeiras) e águas de transição.

Relativamente à integração, parcial ou total, das massas de água em áreas protegidas, utiliza-se no Quadro acima referido o seguinte código, seguido no nome da área protegida:

- Código **B** – Zonas de protecção especial (ZPEs)
- Código **D** – Zonas designadas para a produção de água para consumo humano
- Código **E** – Zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico
- Código **H** – Zonas de protecção de habitats (SICs)
- Código **N** – Zonas designadas como sensíveis em termos de nutrientes incluindo zonas vulneráveis e sensíveis
- Código **R** – Zonas designadas como águas de recreio incluindo as águas balneares

No caso das áreas protegidas assinaladas com E (Zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico) identificam-se as seguintes:

- E – Sado: Sado – da nascente a ponte de Alcácer do Sal
- E – Rib. Campilhas: Ribeira de Campilhas (todo o curso de água)
- E – Rib. Roxo: Rib. do Roxo (todo o curso de água)
- E – Mira: Mira – da nascente a linha tirada do casal de D. Soeiro
- E – Rib. Odivelas: Rib. de Odivelas (todo o curso de água)

No Quadro I.1.2 do Anexo I (Tomo 2C) é apresentada a identificação, localização e limites das novas massas de água delimitadas para a Região Hidrográfica do Sado e Mira.

Para cada massa de água é apresentada a seguinte informação (a indicação a negrito indica a designação correspondente no Quadro):

- Nome inicial da massa de água (**Designação base**) – aplicável para as massas de água que resultaram da modificação de outras já definidas
- Código europeu correspondente à massa de água existente inicialmente (antes da nova delimitação) (**EU\_CD Base**)
- Nome da nova massa de água delimitada (**Designação Actualização**)
- Código europeu correspondente à nova massa de água delimitada (**EU\_CD Actualização**)
- **Categoria**
- Tipologia (**Tipo**)
- Bacia Hidrográfica (**BH**)
- **Curso de água**
- Coordenadas geográficas (**CG**) – no sistema de referência ETRS89/PT-TMo6 - *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89) (em metro)
- Dimensão da massa de água (**DIM**)
- Indicação caso se encontre dentro de uma zona protegida (**Zona Protegida**)
- Indicação da classificação atribuída – artificial ou fortemente modificada (**Classif. Atribuída**)

Relativamente à integração, parcial ou total, das massas de água em áreas protegidas, utiliza-se no Quadro I.2 a mesma metodologia utilizada no Quadro anterior.

Na Carta 2.1.3 (constante do Tomo 2B) apresentam-se as novas massas de água delimitadas e as actualizações aos temas oficiais de massas de água.

## 2.1.5. Avaliação das Disponibilidades de Água em Regime Natural e Modificado

### 2.1.5.1. Introdução

Neste sub-capítulo apresentam-se os elementos a produzir relativamente à avaliação das disponibilidades de água em regime natural e modificado da Região Hidrográfica do Sado e Mira.

Para a caracterização hidrológica da região hidrográfica do Sado e Mira desenvolveu-se um modelo hidrológico de bacia SWAT, considerado internacionalmente como uma das ferramentas mais adequadas para este tipo de análise. Os modelos SWAT têm a particularidade de permitir à partida a possibilidade de

simulação de diferentes cenários de ocupação de solo e/ou de práticas agrícolas que venham a ser consideradas, o que é uma vantagem importante dado que permitiu apoiar a elaboração dos cenários prospectivos desenvolvidos no âmbito da fase final de elaboração dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica.

### 2.1.5.2. Caracterização da Rede Hidrográfica

A Região Hidrográfica 6 integra as bacias hidrográficas dos rios Sado e Mira e as bacias hidrográficas das ribeiras da Costa. O rio Sado tem como principais afluentes as ribeiras do Roxo, Odivelas, Xarrama, Alcáçovas, S. Martinho e Marateca na margem direita e as ribeiras de Campilhas, Corona e Grândola na margem esquerda. O rio Mira tem como principais afluentes a ribeira de Torgal e os rios Luzianes e Perna Seca na margem direita e as ribeiras de Telhares, Guilherme e Macheira, na margem esquerda.

A carta 2.1.4 apresenta a rede hidrográfica da RH6, subdividindo-se esta em 7 bacias hidrográficas principais, definidas no âmbito do artigo 13.º da DQA.

As características fisiográficas das bacias hidrográficas principais e das correspondentes linhas de água são apresentadas no quadro seguinte (Quadro 2.1.28).

Quadro 2.1.28 – Características fisiográficas das bacias hidrográficas principais e rede hidrográfica

Características fisiográficas		Alcáçovas	Costeiras entre o Mira e o Barlavento	Costeiras entre o Sado e o Mira	Costeiras entre o Tejo e o Sado 2	Mira	Roxo	Sado	
EU_CD		PT1524	PT1551	PT153	PT1519S	PT154	PT1528	PT152	
DIST_CD		PTRH6							
Bacia hidrográfica	Perímetro (km)	232,6	119,4	289,8	84,5	349,7	208,4	940,7	
	Área (km <sup>2</sup> )	895,2	151,5	595,2	30,1	1.576,5	688,7	6.149,3	
	Factor de forma (K <sub>f</sub> )	0,15	-	-	-	0,07	0,36	0,18	
	Índice de Gravelius (K <sub>c</sub> )	2,19	2,74	3,35	4,34	2,48	2,24	3,38	
	Altitude (m)	Média	185,3	71,2	85,7	175,5	170,6	145,9	118,7
		Mínima	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0
		Máxima	440,9	215,0	330,0	495,9	551,7	280,0	490,6
	Altura média	182,3	71,2	85,7	175,5	170,6	105,9	118,7	
Declive médio (%)	6,1	3,3	7,1	31,1	18,0	3,3	4,8		
Linha de água	Comprimento total (km)	76,7	-	-	-	145,8	44,0	182,5	
	Comp. ao centro de gravidade (km)	42,2	-	-	-	80,2	24,2	100,4	
	Cota (m)	Mínima	6,7	-	-	-	0,0	40,0	0,0
		Máxima	290,0	-	-	-	320,0	140,0	180,0
	Declive médio (%)	0,37	-	-	-	0,22	0,23	0,10	
	Declive (m/m)	0,0037	-	-	-	0,0022	0,0023	0,0010	

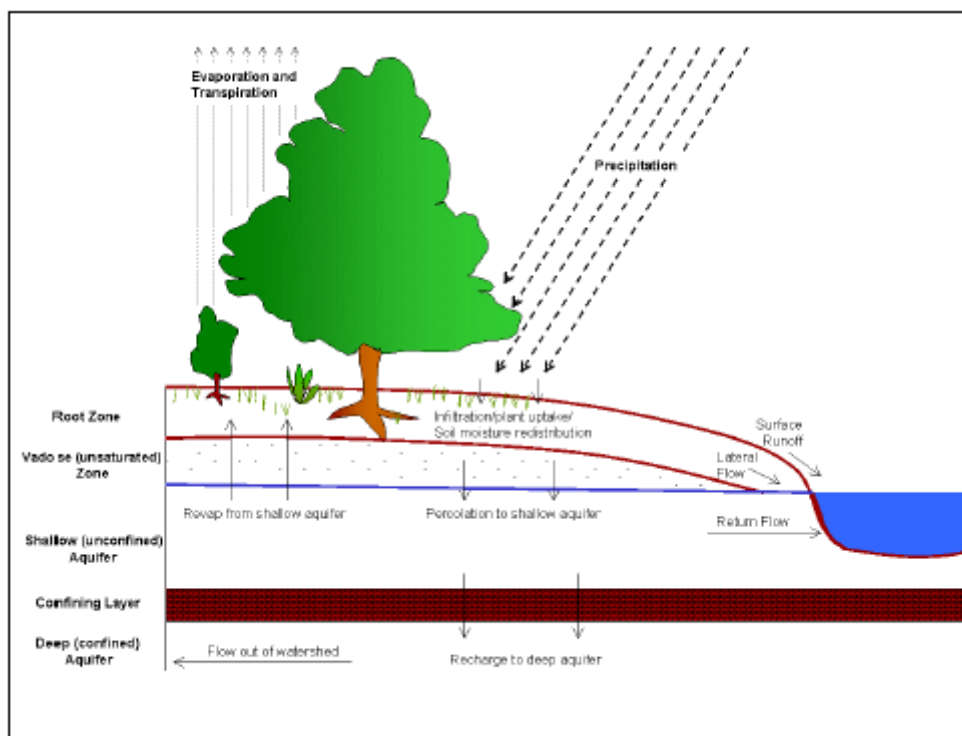


### 2.1.5.3. Modelo Hidrológico

#### A. Princípios básicos do Modelo

O modelo SWAT é um modelo tridimensional com um passo temporal fixo de 1 dia que corre ao nível da bacia. O principal objectivo deste modelo é prever impactos de longo prazo de práticas agrícolas. Entre outros parâmetros este modelo permite estipular rotações de plantas, datas de sementeira e colheita, taxas e momento de aplicação de fertilizantes, pesticidas e rega.

Este modelo pode ser usado para simular o ciclo da água e o ciclo do azoto e fósforo (Figura 2.1.11). Permite ainda avaliar a eficiência ambiental da implementação de boas práticas agrícolas, bem como políticas alternativas de gestão do solo.



Fonte: Adaptado de “Soil and Water Assessment Tool – User’s Manual”.

Figura 2.1.11 – Representação esquemática do ciclo hidrológico do SWAT

No SWAT a bacia simulada é dividida em várias sub-bacias. Cada sub-bacia pode ser dividida em várias HRU (Hydrologic Response Units – unidades com o mesmo tipo de solo e coberto vegetal) ou pode ser ela própria uma HRU única.

Cada HRU tem como fronteira superior a superfície do solo, e como fronteira inferior o aquífero. Recebe pela fronteira superior a precipitação, da qual parte é convertida em escoamento e outra parte é convertida em infiltração.

A parcela de precipitação que é convertida em escoamento é encaminhada para o canal da sub-bacia. A parcela que infiltra é transportada ao longo do perfil de solo, podendo ser evapotranspirada, percolada para o aquífero, ou transportada lateralmente ao longo do perfil de solo até atingir o canal.

A água que atinge o aquífero perde-se para o canal, ou para o aquífero profundo ou finalmente para a atmosfera (simula-se assim, indirectamente, o efeito de ascensão capilar que não pode ser simulado explicitamente com a hidrodinâmica implementada no solo do SWAT que apenas permite estimar percolação e não ascensão capilar).

A hidrologia do modelo é baseada na equação de balanço de água que inclui o escoamento, a precipitação, a evapotranspiração, a infiltração e o escoamento lateral no perfil de solo.

A evapotranspiração potencial pode ser calculada pelo método de Hargreaves (Hargreaves et al., 1985), pelo método Priestley-Taylor (Priestley and Taylor, 1972) ou pelo método Penman-Monteith (Monteith, 1965). O último método referido é um método *standard* a nível internacional, sendo largamente utilizado.

A evapotranspiração real é calculada pela soma de três componentes: evaporação da copa das plantas, transpiração das plantas e evaporação do solo. Esta evapotranspiração real será sempre menor ou igual à potencial. Para o cálculo da transpiração é necessário o Índice de Área Foliar (LAI-Leaf Area Index). Este parâmetro é estimado para cada HRU através de um modelo de crescimento de plantas.

A precipitação pode ser estimada recorrendo a um gerador de clima baseado em médias e desvios padrões típicos para a zona de estudo. Contudo a utilização desta opção deve sempre que possível ser substituída por dados de precipitação diários para o período de estudo.

A infiltração é estimada pela diferença entre a precipitação e o escoamento (*run-off*) estimado.

A percolação no solo é baseada nos conceitos de saturação, capacidade de campo e coeficiente de emurchecimento. Cada camada de solo perde água por percolação para a célula abaixo sempre que o seu teor de água estiver entre a saturação e a capacidade de campo.

As camadas de solo que estiverem com teor de água entre a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento, apenas podem perder água por evapotranspiração. O coeficiente de emurchecimento é o teor mínimo de água que a camada de solo pode atingir.

O modelo permite um máximo de 10 camadas no perfil de solo. A percolação da camada do fundo do perfil é direccionada para o aquífero. Esta percolação é denominada de recarga do aquífero e é limitada por um factor de retardamento especificado pelo utilizador. A água presente no aquífero é perdida para o canal da sub-bacia em função de um coeficiente de retardamento especificado na entrada de dados.

O escoamento (*run-off*) é estimado pelo método das Curvas CN (Curve Number) do SCS (Soil Conservation Service) ou em alternativa pelo método Green-Ampt. Ambos os métodos estimam o escoamento como função do teor de água do solo (alto teor de água no solo corresponde a escoamento alto e vice-versa). Contudo o segundo método utiliza as Curvas CN pois o método Green-Ampt não inclui por si só o efeito das plantas na estimativa do escoamento(*run-off*).

O escoamento nos canais baseia-se na equação de onda cinemática considerando que a sua secção é trapezoidal. Este escoamento é directamente proporcional ao raio hidráulico e ao declive do canal, sendo inversamente proporcional ao coeficiente de Manning.

## B. Dados Base

O modelo SWAT foi aplicado recorrendo à interface ArcSWAT, que funciona como uma extensão ao ArcGIS da ESRI. Todo o projecto foi desenvolvido em coordenadas ETRS 89, sendo os dados de entrada do projecto armazenados numa base de dados georeferenciada. Os dados de entrada – dados topográficos, dados do uso do solo, tipo de solo e dados meteorológicos – estão todos em formato raster e shape da ESRI e são descritos no Anexo I.2.1. constante do Tomo 2C (Anexo I.2 – Modelo Hidrológico).

## C. Pressupostos Utilizados. Limitações

Os resultados do modelo são armazenados por sub-bacia.

O modelo calcula um grande número de resultados em função do passo temporal diário (com 80 anos de simulação considerados) e do número de variáveis de estado da ordem das centenas, multiplicadas por milhares de HRUs. O número de resultados gerados atinge deste modo várias dezenas de milhões.

Foram feitos vários testes e conclui-se que com as capacidades computacionais actuais só se podia armazenar resultados mensais e considerando a HRU dominante de cada sub-bacia. Foram apenas armazenados valores diários de caudal para efeitos de calibração e validação do modelo ao nível diário.

#### D. Validação e Calibração do modelo. Limitações

A validação e a calibração do modelo, bem como as suas limitações, são apresentadas no Anexo I.2.2, constante do Tomo 2C (Anexo I.2 – Modelo Hidrológico).

#### 2.1.5.4. Resultados Obtidos

Apresentam-se nas figuras seguintes os valores médios da precipitação na região hidrográfica do Sado e Mira em ano seco, médio e húmido. Cada um dos anos foi classificado como seco, médio e húmido com base nos valores da precipitação média anual na bacia hidrográfica, que foram ponderados em função da área de influência de cada uma das estações meteorológicas consideradas. Assim, o ano hidrológico classifica-se como seco, médio ou húmido se a precipitação média anual pertencer aos intervalos de percentis de precipitação de 0% a 20%, de 20% a 80% e de 80% a 100%, respectivamente.

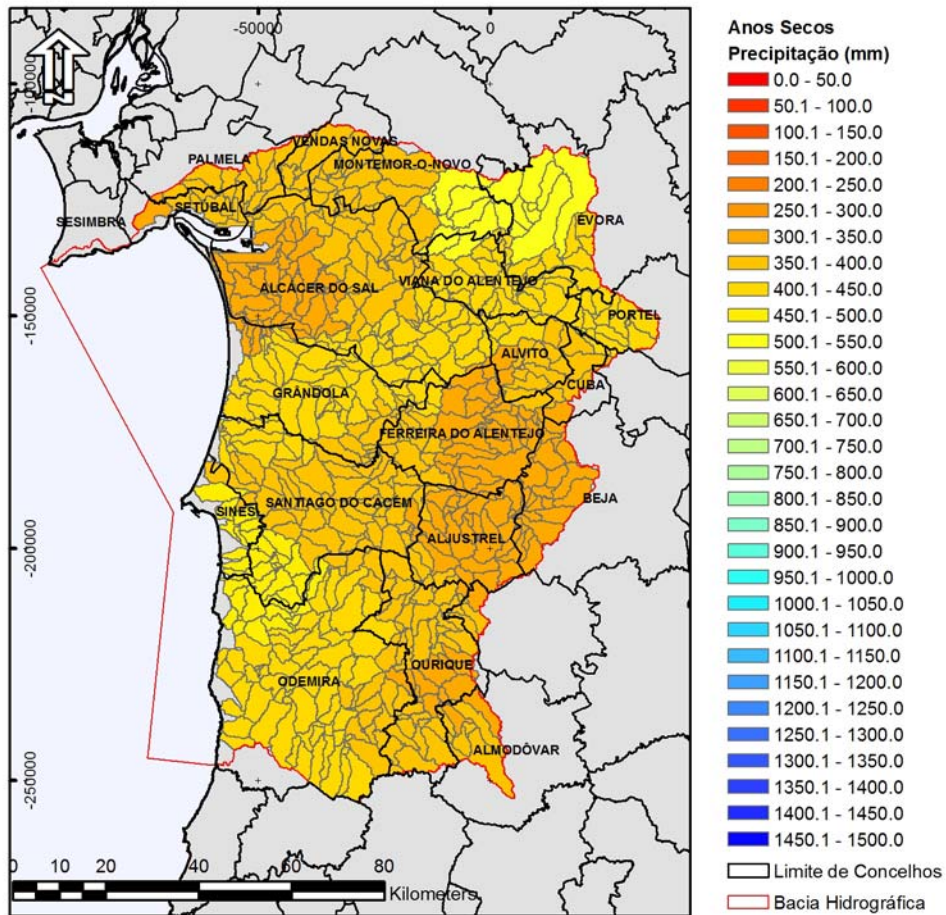


Figura 2.1.12 – Valores médios da precipitação em ano seco

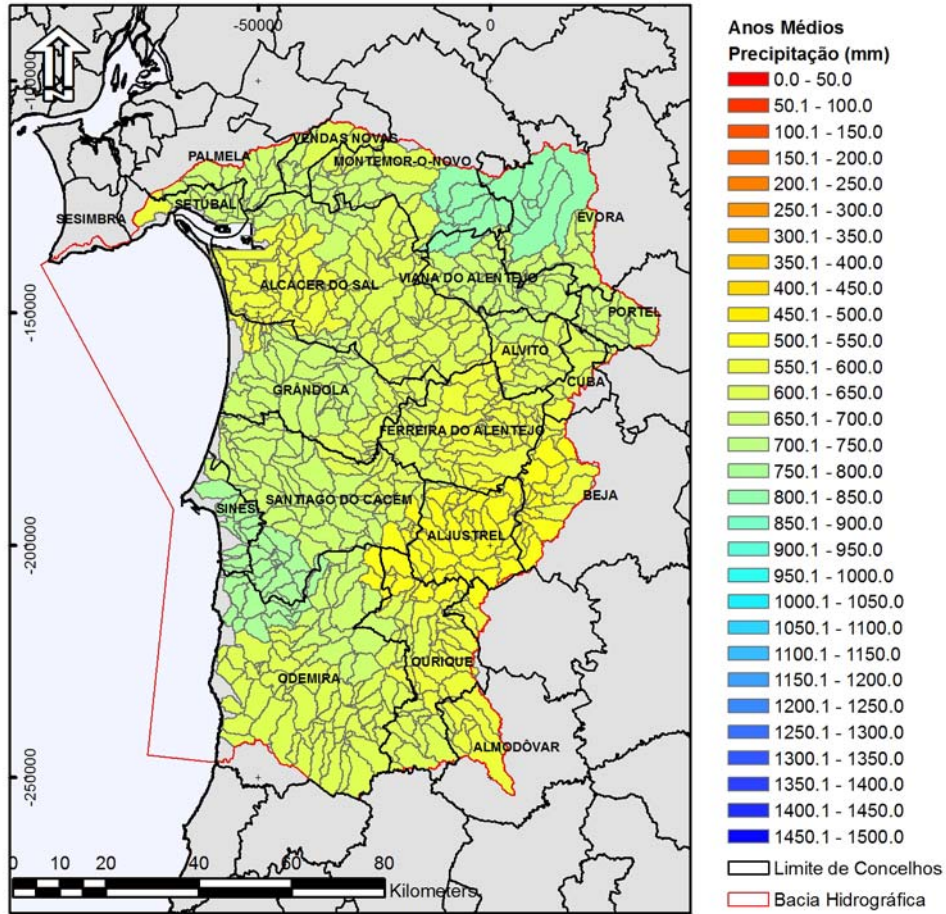


Figura 2.1.13 – Valores médios da precipitação em ano médio

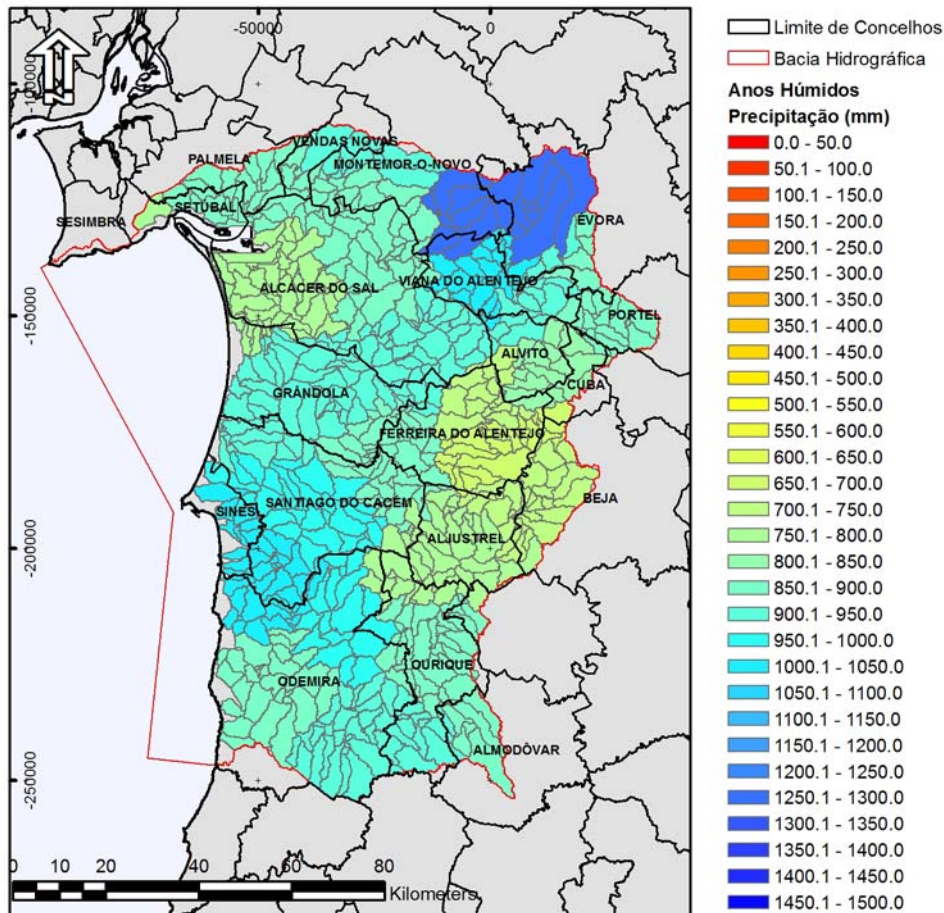


Figura 2.1.14 – Valores médios da precipitação em ano húmido

Os resultados obtidos para a precipitação, escoamento e evapotranspiração são consistentes e realistas, quando observada a evolução dos anos secos para os anos mais húmidos.

Note-se que os resultados representados são médias calculadas com base nas condições de precipitação impostas ao modelo, isto é, valores médios diários iguais em cada sub-bacia. Assim, o que se representa nas figuras é uma média anual dos valores diários de precipitação em cada sub-bacia.

Observa-se uma média de precipitação anual nos anos secos que varia entre 250 mm a 450 mm (Figura 2.1.12), nos anos médios varia entre os 450 mm aos 700 mm (Figura 2.1.13) e nos anos húmidos apresenta uma variação de 700 mm aos 1 450 mm (Figura 2.1.14).

Verifica-se que a precipitação mais elevada ocorre na cabeceira da bacia hidrográfica da ribeira de Alcáçovas e na zona costeira Sul da bacia das ribeiras Costeiras entre o Sado e o Mira, abrangendo a zona de cabeceira da ribeira de Campilhas e o vale jusante do Rio Mira.

As precipitações mais reduzidas ocorrem na área Sudeste da região hidrográfica, desde a cabeceira do rio Mira até à cabeceira da ribeira de Odivelas, abrangendo para além de pequenas áreas das bacias hidrográficas do rio Sado e do rio Mira, a quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Roxo.

Apresentam-se nas figuras seguintes os valores médios da evapotranspiração na região hidrográfica do Sado e Mira em ano seco, médio e húmido.

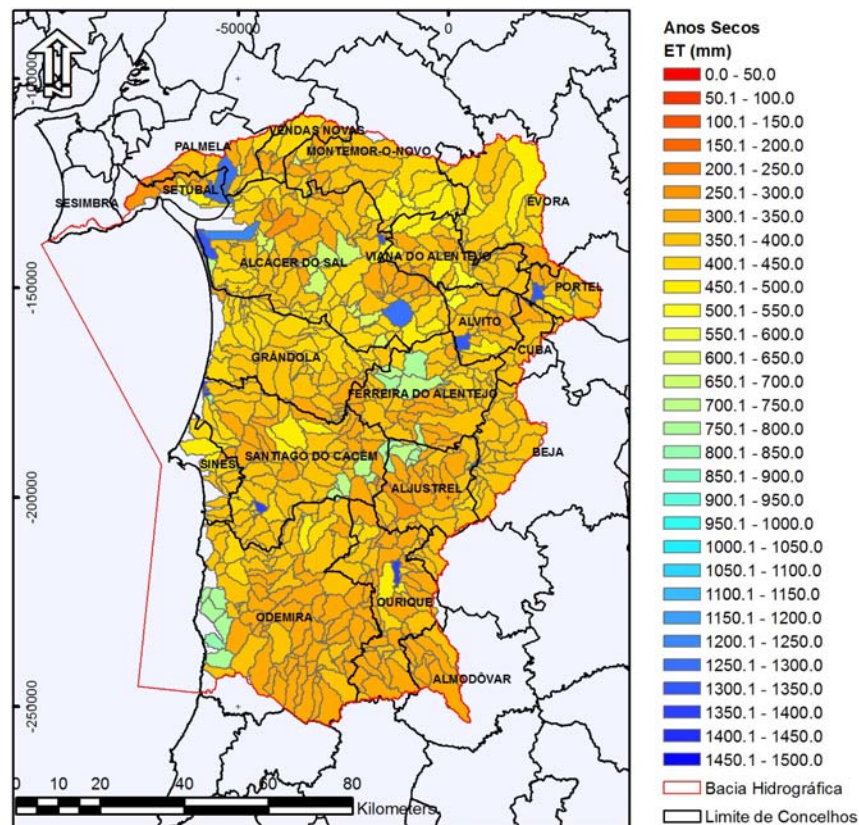


Figura 2.1.15 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano seco



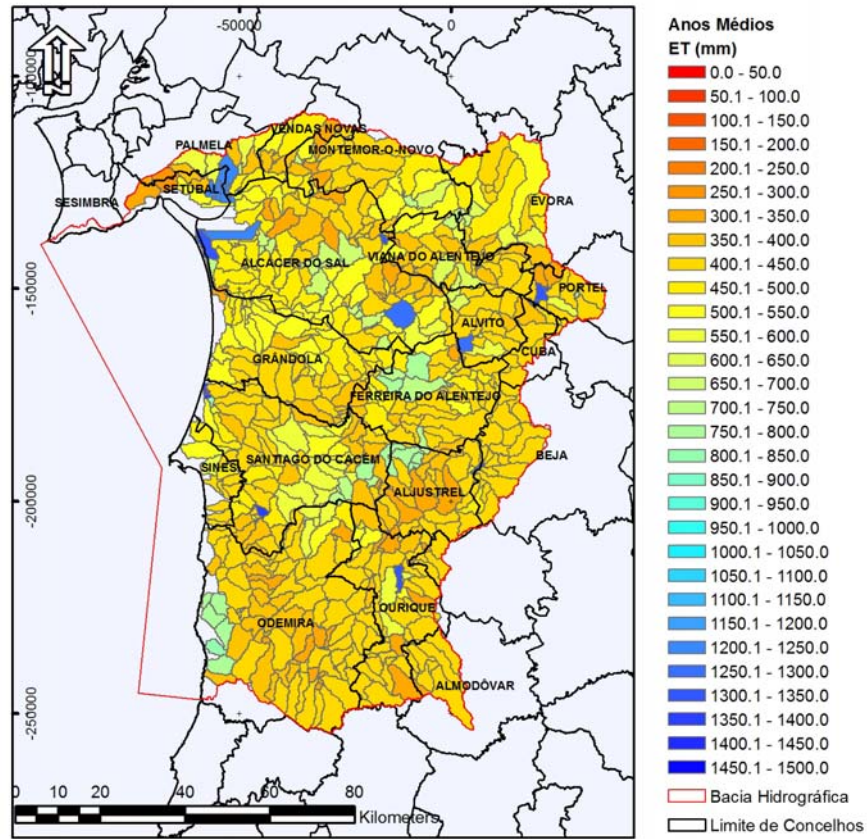


Figura 2.1.16 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano médio

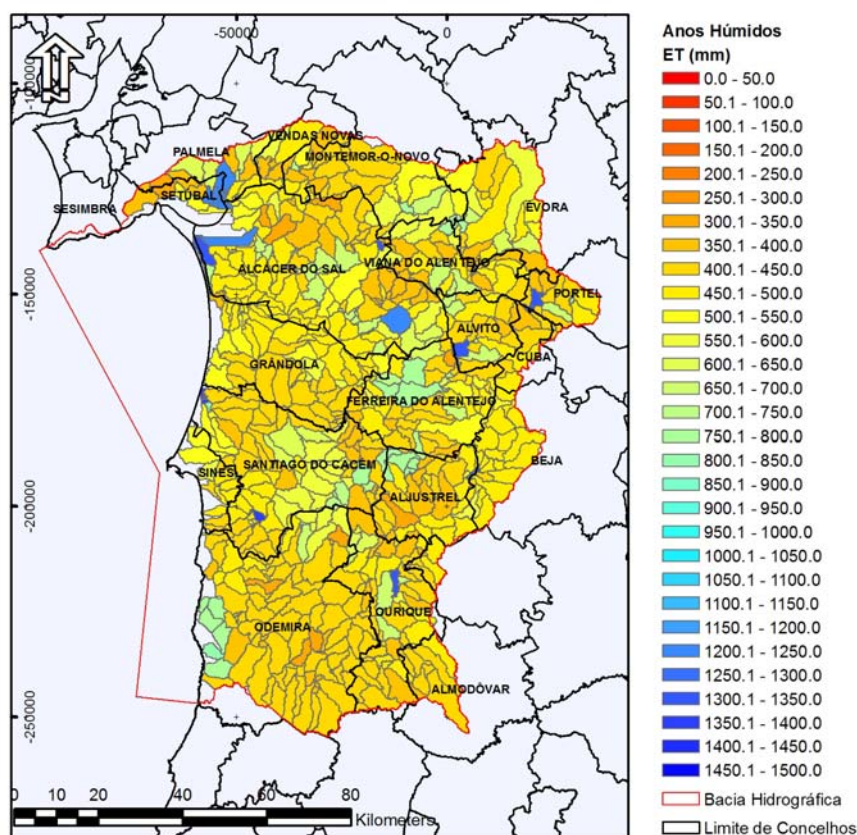


Figura 2.1.17 – Valores médios obtidos da evapotranspiração em ano húmido

Nos mapas de evapotranspiração observa-se um aumento dos valores dos anos secos (Figura 2.1.16), para os anos médios (Figura 2.1.17) e para os anos húmidos (Figura 2.1.18), destacando-se as sub-bacias que têm área coberta com água superior às áreas com os restantes usos de solo. As sub-bacias que apresentam valores de evapotranspiração mais elevados, são as correspondentes aos usos de solo de agricultura de regadio e arroz, como tipicamente seria previsível.

A evapotranspiração mais elevada verifica-se ao longo do vale do rio Sado, na zona do estuário do Sado e na bacia hidrográfica das ribeiras Costeiras entre o Mira e o Barlavento.

Ocorrem valores mais reduzidos de evapotranspiração na bacia hidrográfica do rio Mira e na zona jusante da bacia hidrográfica da ribeira de Alcáçovas.

### A. Afluências de Água em Regime Natural

Os valores médios de escoamento gerado nas bacias hidrográficas em regime natural, em ano seco, médio e húmido apresentam-se nas figuras seguintes.

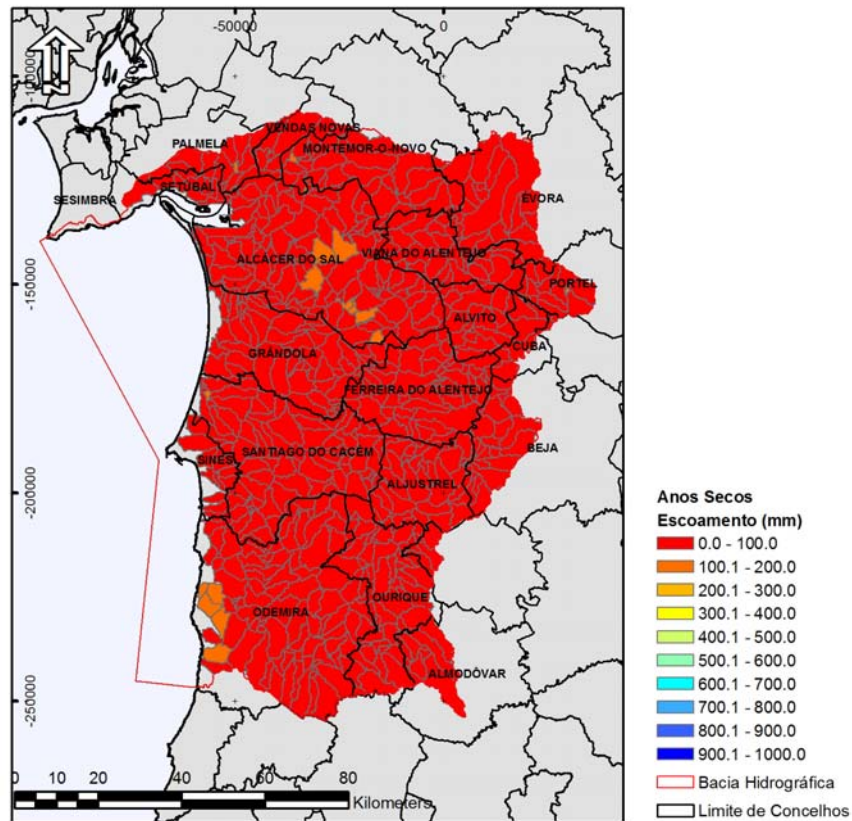


Figura 2.1.18 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano seco

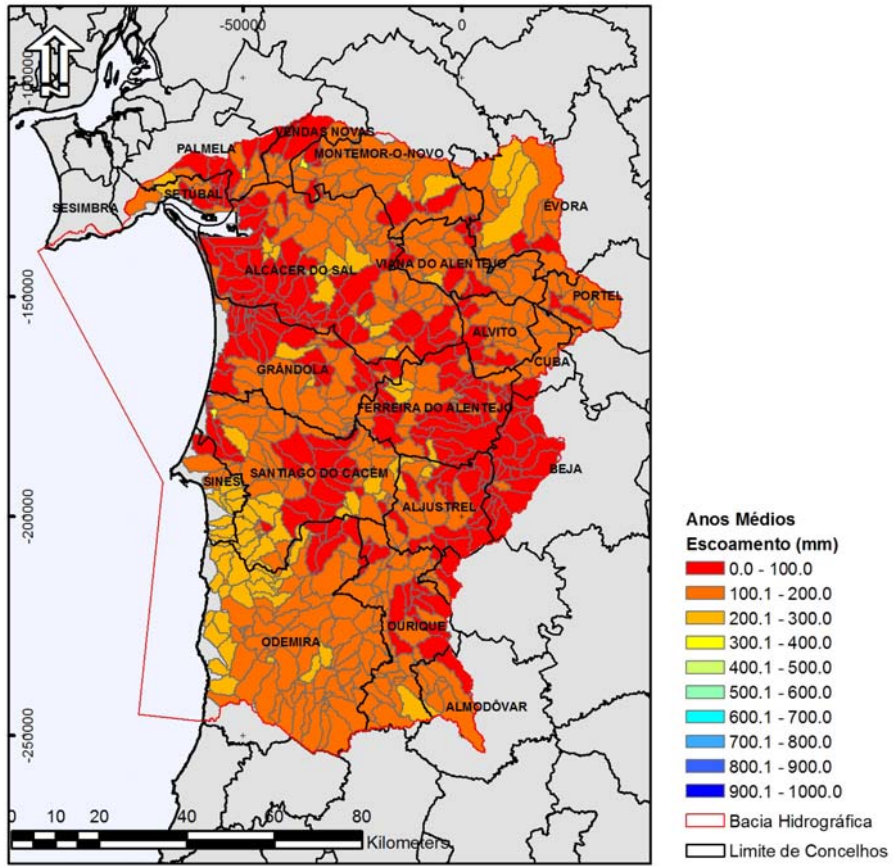


Figura 2.1.19 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano médio

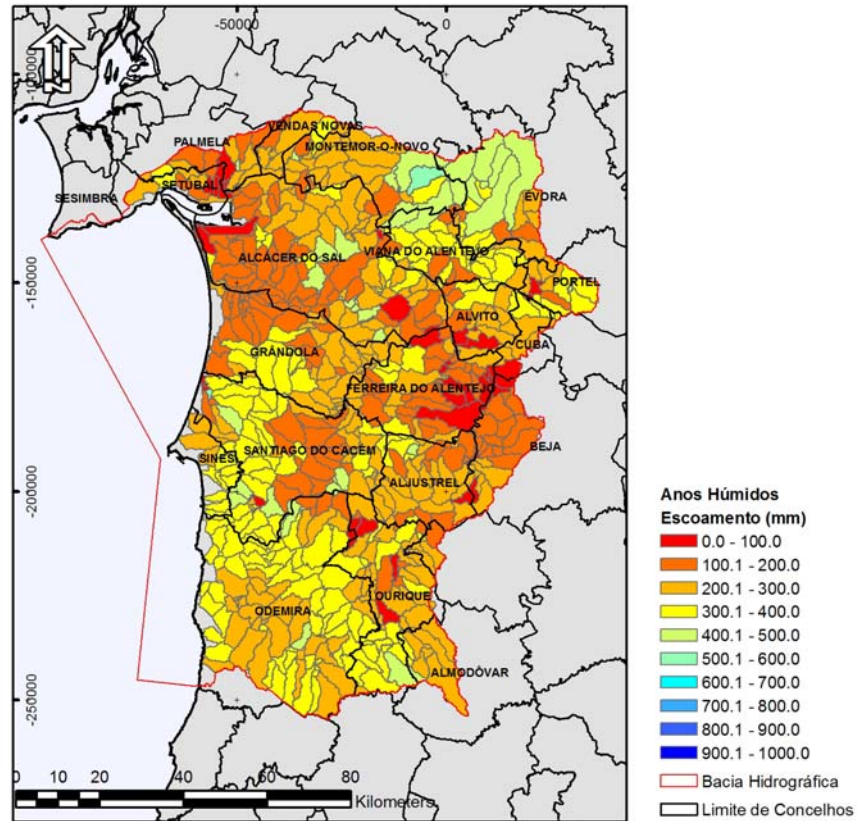


Figura 2.1.20 – Valores médios obtidos do escoamento em regime natural em ano húmido

Nos resultados de escoamento, destacam-se nos anos secos (Figura 2.1.19) os valores que se revelam muito baixos e sem variação significativa de sub-bacia para sub-bacia. Relativamente aos resultados para os anos médios (Figura 2.1.20) e húmidos (Figura 2.1.21) observa-se, como seria de esperar, o aumento do escoamento dos anos médios para os anos húmidos, dado o aumento de precipitação, evidenciando-se as sub-bacias que apresentam declives mais elevados e com usos de solo de agricultura de regadio e de arroz.

Os valores mais baixos do escoamento ocorrem ao longo do Vale do Sado, na quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Roxo e nas bacias Norte das ribeiras Costeiras entre o Sado e o Mira.

Verificam-se valores mais elevados do escoamento nas sub-bacias de montante da bacia hidrográfica da ribeira de Alcáçovas, nas bacias das ribeiras Costeiras entre o Mira e o Barlavento e nas bacias Sul das ribeiras Costeiras entre o Sado e o Mira.

Os valores dos escoamentos gerados nas bacias hidrográficas principais são apresentados no quadro seguinte.

Quadro 2.1.29 – Escoamentos gerados nas bacias hidrográficas principais

Escoamento (mm)	Alcáçovas	Costeiras entre o Mira e o Barlavento	Costeiras entre o Sado e o Mira	Mira	Roxo	Sado	RH6
EU_CD	PT1524	PT1551	PT153	PT154	PT1528	PT152	-
Área (km <sup>2</sup> )	895,2	151,5	595,2	1.576,5	688,7	6.149,3	10.086,5
Ano seco (mm)	41,6	90,1	29,5	41,5	27,7	24,4	29,9
Ano médio (mm)	163,8	208,8	158,9	152,3	101,7	116,2	128,3
Ano húmido (mm)	361,4	326,1	283,8	313,4	221,8	235,7	262,0

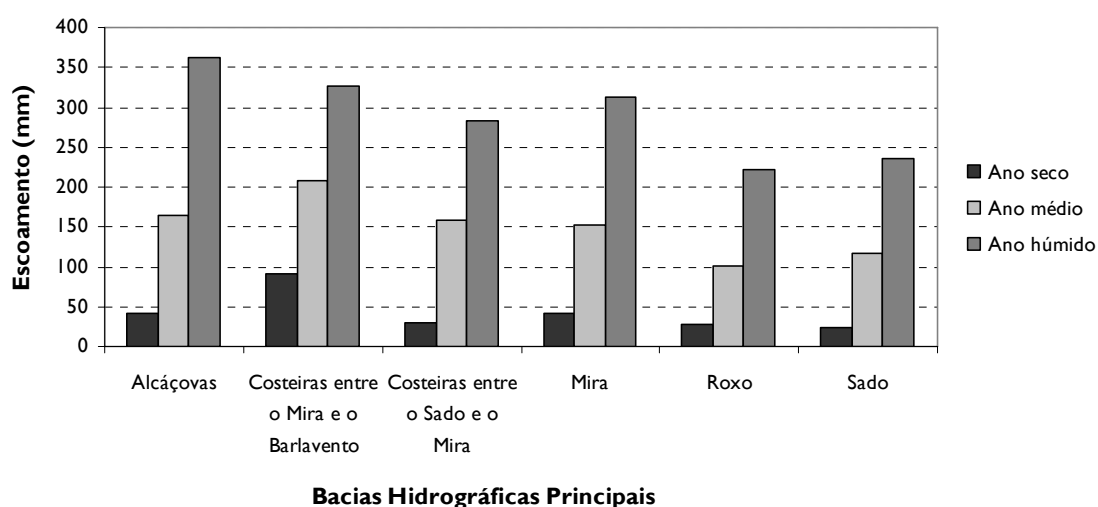


Figura 2.1.21 – Escoamento anual gerado nas bacias hidrográficas principais

As bacias hidrográficas onde se geram maiores escoamentos são as bacias das ribeiras costeiras entre o Mira e o Barlavento em ano seco e médio e a bacia hidrográfica da ribeira de Alcáçovas em ano húmido.

As bacias hidrográficas onde se geram menores escoamentos são as bacias hidrográficas dos rios Sado e Roxo.

O escoamento gerado na região hidrográfica do Sado e Mira tem valores de 29,9 mm, 128,3 mm e 262,0 mm em ano seco, médio e húmido, respectivamente.

As cartas 2.1.5, 2.1.7 e 2.1.9 apresentam o escoamento em regime natural, em ano seco, médio e húmido.

A distribuição mensal do escoamento é apresentada no quadro seguinte para as bacias hidrográficas principais.

Quadro 2.1.30 – Escoamentos mensais gerados nas bacias hidrográficas principais da RH6

Escoamento (mm)		Alcáçovas	Costeiras entre o Mira e o Barlavento	Costeiras entre o Sado e o Mira	Mira	Roxo	Sado	RH6
<b>EU_CD</b>		PT1524	PT1551	PT153	PT154	PT1528	PT152	-
<b>Ano seco</b>	<b>Outubro</b>	1,1	6,8	0,4	1,8	2,0	1,2	1,4
	<b>Novembro</b>	2,0	12,4	1,4	2,4	3,4	1,7	2,1
	<b>Dezembro</b>	9,4	28,0	5,6	7,7	6,2	3,8	5,4
	<b>Janeiro</b>	5,0	9,6	4,5	3,9	3,3	3,2	3,6
	<b>Fevereiro</b>	5,7	6,8	4,3	5,8	2,8	3,7	4,2
	<b>Março</b>	7,3	10,5	6,7	10,3	3,9	4,9	6,0
	<b>Abril</b>	5,4	6,8	3,3	5,2	1,9	2,5	3,2
	<b>Mai</b>	2,6	2,3	1,5	1,7	0,9	1,4	1,5
	<b>Junho</b>	1,3	0,2	0,1	0,3	0,8	0,4	0,5
	<b>Julho</b>	0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
	<b>Agosto</b>	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	<b>Setembro</b>	0,6	2,7	0,8	0,5	1,8	1,0	0,9
<b>Ano médio</b>	<b>Outubro</b>	4,8	24,2	4,4	4,7	8,6	4,6	5,1
	<b>Novembro</b>	14,8	32,3	14,8	16,5	10,3	10,1	12,0
	<b>Dezembro</b>	29,4	49,8	32,8	34,3	18,0	20,9	24,5
	<b>Janeiro</b>	36,9	37,9	34,8	30,1	17,4	23,9	26,3
	<b>Fevereiro</b>	28,8	24,9	29,0	23,7	12,5	20,3	21,6





Escoamento (mm)		Alcáçovas	Costeiras entre o Mira e o Barlavento	Costeiras entre o Sado e o Mira	Mira	Roxo	Sado	RH6
	<b>Março</b>	25,5	25,6	23,5	24,6	12,2	18,3	19,9
	<b>Abril</b>	11,9	10,9	10,2	11,3	7,3	8,0	9,0
	<b>Maió</b>	7,9	8,4	6,5	6,7	5,4	5,7	6,1
	<b>Junho</b>	2,3	0,3	0,6	0,7	1,2	1,0	1,0
	<b>Julho</b>	0,7	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3
	<b>Agosto</b>	0,2	0,3	0,1	0,1	0,8	0,3	0,3
	<b>Setembro</b>	0,5	4,5	0,4	0,9	4,9	1,6	1,6
<b>Ano húmido</b>	<b>Outubro</b>	4,8	25,9	3,0	5,9	8,6	4,1	4,9
	<b>Novembro</b>	30,1	58,4	25,6	38,9	25,2	21,1	25,7
	<b>Dezembro</b>	60,4	59,1	54,1	56,7	33,4	39,0	44,3
	<b>Janeiro</b>	84,4	64,6	70,4	72,8	51,3	56,5	62,1
	<b>Fevereiro</b>	80,2	52,5	61,1	60,9	41,1	51,2	55,2
	<b>Março</b>	57,8	40,0	45,4	49,2	36,7	38,4	42,1
	<b>Abril</b>	29,7	15,8	19,0	20,4	15,3	18,4	19,6
	<b>Maió</b>	8,4	5,4	4,1	5,6	3,4	4,7	5,1
	<b>Junho</b>	3,4	0,4	0,6	2,0	2,9	1,2	1,6
	<b>Julho</b>	0,7	0,4	0,2	0,4	1,7	0,3	0,4
	<b>Agosto</b>	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
	<b>Setembro</b>	0,9	3,3	0,2	0,4	2,1	0,7	0,8

Representa-se nas figuras 2.1.22 a 2.1.24 a distribuição mensal do escoamento ponderado na região hidrográfica.

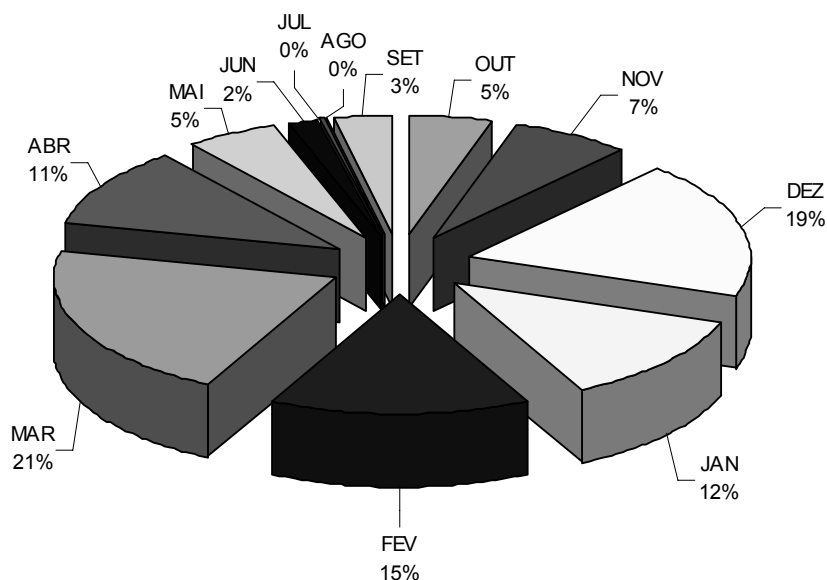


Figura 2.1.22 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano seco na RH6

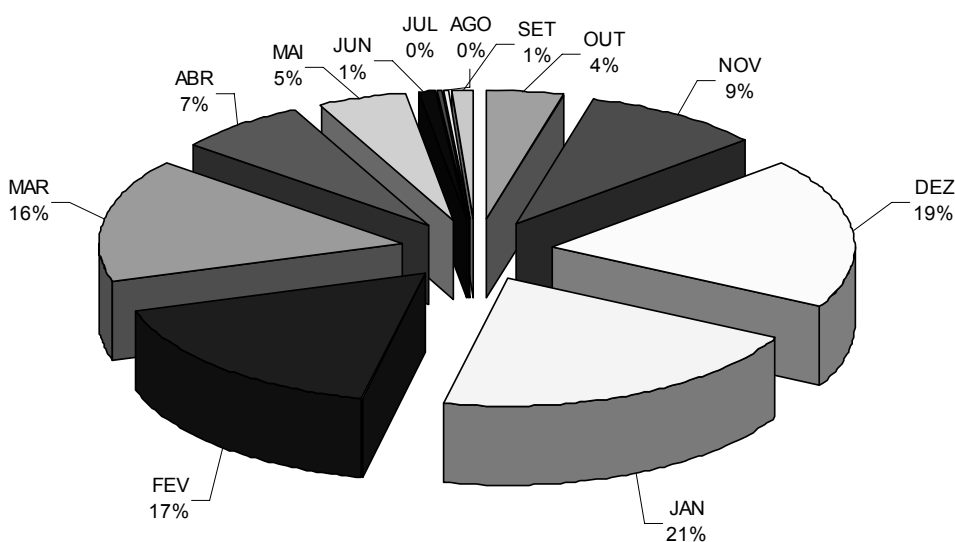


Figura 2.1.23 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano médio na RH6

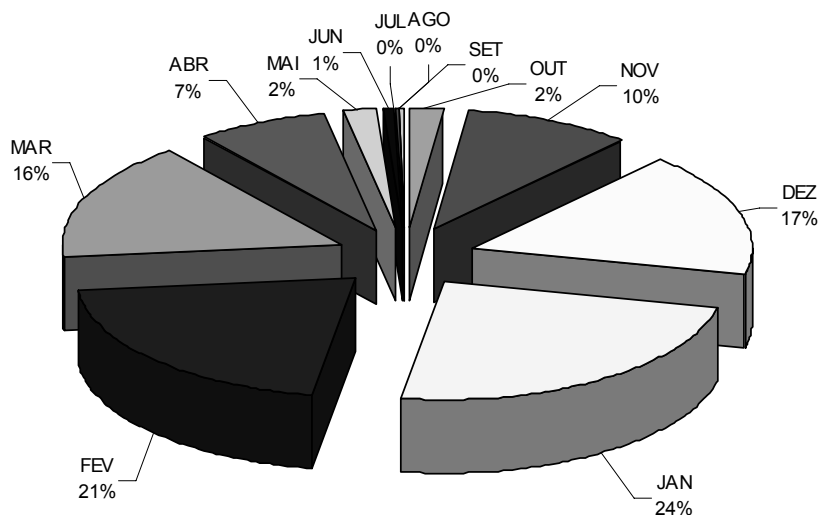


Figura 2.1.24 – Distribuição do escoamento médio mensal em ano húmido na RH6

Como se pode observar pelas figuras anteriores a variabilidade intra-anual do escoamento na RH6 é muito elevada, representando o semestre seco em média uma percentagem mínima do escoamento anual, tendo o semestre húmido grande parte da percentagem do escoamento total anual. Esta variabilidade é típica a sul do país, tal como nos países do Sul da Europa, que apresentam dois períodos distintos a nível de precipitação por ano. Esta variação da precipitação resulta igualmente na variação do escoamento anual. Observa-se que o escoamento aumenta do ano seco para o ano húmido. Verifica-se que em ano seco 79% do escoamento é gerado no semestre húmido, gerando-se nos meses de Verão (Junho a Setembro) apenas 5% do escoamento.

Em ano médio gera-se 85% do escoamento em semestre húmido e apenas 2% nos meses de Verão.

O ano húmido é caracterizado por uma maior assimetria na distribuição do escoamento, gerando-se 90% do escoamento em semestre húmido e apenas 1% nos meses de Verão.

Nas cartas 2.1.6, 2.1.8 e 2.1.10 apresentam-se os volumes de escoamento em regime natural, em ano seco, médio e húmido.

No Quadro 2.1.31 e na Figura 2.1.25 apresentam-se os volumes de escoamento na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais.

Quadro 2.1.31 – Volumes de escoamento na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime natural

Volume de escoamento (hm <sup>3</sup> )	Alcáçovas	Costeiras entre o Mira e o Barlavento (*)	Costeiras entre o Sado e o Mira (*)	Mira	Roxo	Sado	RH6
Ano seco	32,1	4,9	12,7	54,8	15,2	151,0	223,3
Ano médio	139,7	14,5	73,0	231,0	60,4	704,7	1.023,2
Ano húmido	316,0	22,5	132,5	478,8	141,9	1.538,1	2.171,8

(\*) Volume dos escoamentos acumulados

Como se pode verificar pelo quadro anterior as bacias hidrográficas onde existe maior afluência de água em regime natural são as bacias hidrográficas dos rios Sado, Mira e Alcáçovas que apresentam volumes de escoamento em ano médio na secção da foz dos rios de 704,7 hm<sup>3</sup>, 231,0 hm<sup>3</sup> e 139,7 hm<sup>3</sup>, respectivamente.

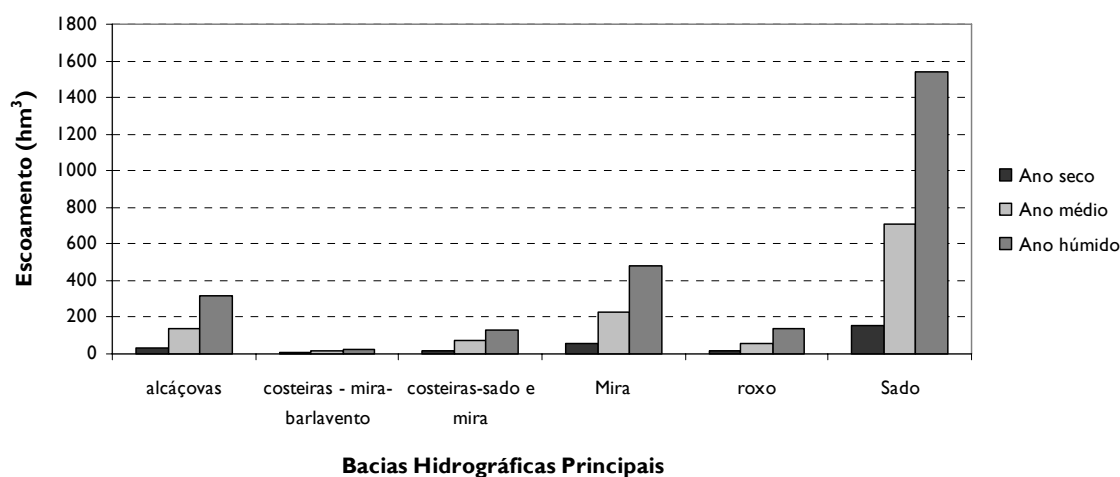


Figura 2.1.25 – Volumes de escoamento na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime natural

A bacia hidrográfica das ribeiras Costeiras entre o Mira e o Barlavento é a que apresenta menor afluência de água em regime natural, apresentando volumes de 4,9 hm<sup>3</sup>, 14,5 hm<sup>3</sup> e 22,5 hm<sup>3</sup>, em ano seco, em ano médio e em ano húmido, respectivamente.

#### A.1. Estimativa dos Caudais Ecológicos e da Evaporação

De modo a aferir as disponibilidades de água em diferentes situações hidrológicas, e a partir das aflúncias em regime natural procedeu-se ao cálculo do caudal ecológico e da evaporação existentes na região hidrográfica em estudo.

Com este objectivo, estabeleceu-se uma metodologia para um conjunto de reservatórios de diferentes dimensões que permitisse avaliar de forma rigorosa as disponibilidades de água para um conjunto de consumos.

Verificou-se que existe, ao nível de cada albufeira ou açude, uma grande variabilidade nos consumos, condicionada pelas disponibilidades naturais ou eventualmente pela utilização de água subterrânea e pela variação das próprias necessidades de consumo. Por outro lado, é necessária ainda uma avaliação de duas outras componentes importantes no destino da água afluenta a qualquer reservatório que são a evaporação e os caudais efluentes (ecológicos e de cheia). Se a evaporação e os caudais de cheia efluentes dependem do regime de exploração e dos factores meteorológicos, já o caudal ecológico depende de uma definição por parte da entidade reguladora.

A forma de ultrapassar a indeterminação nos consumos é assumir um conjunto de cenários de consumo para cada reservatório e determinar quais os níveis de garantia desses consumos. Implicando cada nível de consumo um determinado regime de exploração de um reservatório, poderão nalguns casos resultar situações de má qualidade da água, especialmente penalizantes para os consumos municipais e industriais. As pressões quantitativas têm nestes casos especial relevância no cálculo dos impactes na qualidade da água.

No presente documento, analisam-se, por tipo de ano (seco, médio e húmido), com base nas aflúncias naturais calculadas a partir do modelo SWAT, a evaporação e o caudal ecológico em reservatórios da RH6.

Na RH6 analisaram-se as albufeiras de Campilhas, Monte da Rocha, Santa Clara e Corte Brique e os açudes de Monte do Gato e Monte Miguéis.

As séries de dados com base nas quais foi efectuada a análise da disponibilidade nos reservatórios são apresentadas no Anexo I.2.4 do Tomo 2C.

Para calcular a evaporação nas albufeiras utilizaram-se as medidas de evaporação em tina medida nas estações meteorológicas do SNIRH, próximas dos locais considerados. Quando tal não foi possível, utilizou-se o valor da evaporação de Piche.

Os dados de evaporação em tina utilizaram-se para todas as albufeiras referidas, excepto para a Albufeira de Santa Clara, onde se utilizou a evaporação de Piche. Nos casos em que para uma localização pretendida não se dispunha de dados de evaporação ou estes não se apresentavam consistentes, utilizaram-se os valores da localização mais próxima possível. Foi este o caso dos açudes do Monte do Gato e de Monte Miguéis e da Albufeira de Corte Brique, onde se utilizaram os dados de evaporação em tina de Monte da Rocha.

Para cada uma das albufeiras obtiveram-se as médias mensais para o período de dados disponível. Foram estes valores médios mensais os utilizados para estimar a evaporação em todos os anos de afluências simuladas.

Para cada uma das albufeiras/açudes considerados fez-se a curva de volumes acumulados, com os dados da cota e dos volumes armazenados mensais, obtidos no SNIRH. A cada uma das curvas ajustou-se uma função do tipo  $y = ax^b$  ou do tipo polinomial, que exprime o volume em função da cota. Derivando esta expressão obtém-se a expressão da área em função da cota. A área foi utilizada para determinar a evaporação mensal, sendo que uma superfície de maior área irá evaporar mais do que uma superfície de área menor.

No Anexo I.2.4 do Tomo 2C apresentam-se as curvas de volumes acumulados, a relação área/cota para cada uma das albufeiras/açudes, e 4 cenários de consumo possíveis definidos para cada uma das albufeiras/açudes, de acordo com o consumo médio anual em cada albufeira/açude.

O caudal ecológico foi obtido garantindo condições de caudal bom em ano húmido, em ano médio e em ano seco, para os diferentes meses do ano, de acordo com as percentagens, relativamente ao caudal modular, que se apresentam no Quadro 2.1.32.

Quadro 2.1.32 - Regime de caudais ecológicos em % do caudal modular

<b>Ano</b>	<b>Junho-Setembro (Quadrimestre seco)</b>	<b>Abril, Maio, Outubro, Novembro</b>	<b>Dezembro-Março (Quadrimestre húmido)</b>
Húmido, Médio ou Seco	20	30	40

Desta forma procedeu-se ao cálculo do caudal médio anual para cada um dos reservatórios considerados, a partir dos dados das afluências mensais obtidas com o modelo SWAT. Calcularam-se as percentagens referidas no Quadro 2.1.32 para os anos secos, médios e húmidos e para os diferentes meses. Em seguida, para cada um dos meses comparou-se o valor do caudal recomendado com o caudal médio mensal obtido

para os anos secos, médios e húmidos, e sempre que este último resultou inferior ao caudal recomendado, adoptou-se o caudal médio mensal como caudal ecológico.

#### A.2. Balanço nos reservatórios em anos seco, médio e húmido

Para a RH6 analisaram-se 4 albufeiras e 2 açudes, no que diz respeito às afluências naturais, evaporação, caudal ecológico e consumos por tipo de ano (seco, médio e húmido), para o período entre 1931 e 2008 (Quadro 2.1.33).

Na análise efectuada salienta-se o aspecto de que foram assumidos diferentes cenários de consumo mas que apenas tiveram como objectivo obter condições de exploração das albufeiras que suportassem as estimativas da evaporação e do caudal ecológico. Assim, os consumos previstos para cada albufeira são abordados noutros locais do Plano com a definição rigorosa dos cenários a que corresponde cada valor de consumo em cada Albufeira.

Quadro 2.1.33 – Percentagem de evaporação, caudal ecológico e consumos relativamente às aflúências naturais na RH6 em ano seco, médio e húmido

Ano hidrológico seco														
Reservatório	Aflúências (hm <sup>3</sup> /ano)	Cota Média (m)	Evaporação (hm <sup>3</sup> /ano)	Q <sub>eco</sub> (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos (hm <sup>3</sup> /ano)	Q <sub>eco</sub> Garantido (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos Garantidos (hm <sup>3</sup> /ano)	VOLUME Útil (hm <sup>3</sup> )	% Evap/ Aflúências	% Q <sub>eco</sub> / Aflúências	% Consumos Aflúências	% Consumos Garantidos	% Q <sub>eco</sub> Garantido	% Consumos Garantidos relativamente ao Volume Útil do reservatório
Campilhas	6	101	2	5	8	5	6	26,15	36%	81%	98%	71%	100%	22%
Monte da Rocha	3	127	7	3	10	3	9	99,5	216%	93%	261%	87%	97%	9%
Açude Monte do Gato	0,1	175	0,1	0,13	0,05	0,11	0,03	0,5	74%	93%	36%	60%	84%	6%
Açude Monte Miguéis	0,70	153	0,2	0,5	0,1	0,5	0,1	0,816	25%	76%	14%	55%	85%	7%
Santa Clara	14	121	18	11	30	10	26	240	129%	80%	218%	88%	87%	11%
Corte Brique	0,52	130	0,17	0,52	0,15	0,52	0,15	1,46	33%	100%	29%	99%	100%	10%
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>29</b>	<b>20,0</b>	<b>49</b>	<b>16,0</b>	<b>41</b>	<b>372,0</b>	<b>118%</b>	<b>83%</b>	<b>200%</b>	<b>85%</b>	<b>94%</b>	<b>11%</b>





Ano hidrológico médio														
Reservatório	Afluências (hm <sup>3</sup> /ano)	Cota Média (m)	Evaporação (hm <sup>3</sup> /ano)	Caudal Ecológico (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos (hm <sup>3</sup> /ano)	Caudal Ecológico Garantido (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos Garantidos (hm <sup>3</sup> /ano)	Volume Útil (hm <sup>3</sup> )	% Evaporação Afluências	% Caudal Ecológico Afluências	% Consumos Afluências	% Consumos Garantidos	% Caudal Ecológico Garantido	% Consumos Garantidos relativamente ao Volume Útil do reservatório
Campilhas	22	104	4	5,3	8	5,3	8	26,15	18%	24%	35%	98%	100%	30%
Monte da Rocha	20	128	8	6	10	6	10	99,5	40%	31%	50%	98%	97%	10%
Açude Monte do Gato	0,7	176	0,2	0,2	0,05	0,2	0,05	0,5	24%	28%	7%	100%	100%	10%
Açude Monte Miguéis	2,8	155	0,3	0,8	0,1	0,7	0,1	0,816	11%	27%	4%	100%	100%	12%
Santa Clara	66	123	19	17	30	17	29	240	29%	26%	46%	98%	98%	12%
Corte Brique	3,10	133	0,29	0,74	0,15	0,74	0,20	1,46	9%	24%	5%	100%	100%	14%
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>-</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>48</b>	<b>372,0</b>	<b>28%</b>	<b>26%</b>	<b>42%</b>	<b>98%</b>	<b>100%</b>	<b>13%</b>

Agrupamento:

**nemus**  
Gestão e Requalificação Ambiental

 ecossistema

**AGRO.GES**  
SOCIEDADE DE ESTUDOS E PROJECTOS

Ano hidrológico húmido														
Reservatório	Afluências (hm <sup>3</sup> /ano)	Cota Média (m)	Evaporação (hm <sup>3</sup> /ano)	Caudal Ecológico (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos (hm <sup>3</sup> /ano)	Caudal Ecológico Garantido (hm <sup>3</sup> /ano)	Consumos Garantidos (hm <sup>3</sup> /ano)	Volume Útil (hm <sup>3</sup> )	% Evaporação Afluências	% Caudal Ecológico Afluências	% Consumos Afluências	% Consumos Garantidos	% Caudal Ecológico Garantido	% Consumos Garantidos relativamente ao Volume Útil do reservatório
Campilhas	36	105	5,0	5,0	8	5	8	26,15	14%	14%	22%	100%	100%	31%
Monte da Rocha	55	132	13	6	10	6	10	99,5	24%	11%	18%	100%	100%	10%
Açude Monte do Gato	2,3	177	0,2	0,2	0,05	0,2	0,05	0,5	10%	9%	2%	100%	100%	10%
Açude Monte Miguéis	6,4	155	0,3	0,8	0,1	0,8	0,1	0,816	5%	12%	2%	100%	100%	11%
Santa Clara	157	126	21	18	30	18	30	240	13%	12%	19%	99%	98%	12%
Corte Brique	15,50	134	1,0	0,80	0,15	0,80	0,20	1,46	6%	5%	1%	100%	100%	14%
<b>Total</b>	<b>277</b>	<b>-</b>	<b>42</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>31</b>	<b>48</b>	<b>372,0</b>	<b>15%</b>	<b>11%</b>	<b>18%</b>	<b>100%</b>	<b>99%</b>	<b>13%</b>

Para cada um dos reservatórios determinou-se a evaporação com base na:

- i. capacidade de armazenamento;
- ii. evaporação medida na estação meteorológica;
- iii. afluências naturais;
- iv. razão entre a cota e o volume;
- v. razão entre área e a cota.

Esta abordagem permitiu para cada reservatório, descrever a variação de volume e definir a respectiva área evaporativa associada.

A percentagem de evaporação, relativamente às afluências, resultou de uma relação directa entre o volume médio anual de evaporação e o volume afluente a cada um dos reservatórios, em ano seco, médio e húmido.

O caudal ecológico depende directamente das afluências naturais de cada reservatório. Em ano seco, em termos médios, aproximadamente 83% das afluências naturais correspondem a caudal ecológico, em ano médio 26% e em ano húmido 11% das afluências naturais correspondem a caudal ecológico.

Em ano seco, a evaporação corresponde aproximadamente a 118% das afluências, correspondendo em ano médio aproximadamente a 28% das afluências naturais e em ano húmido a 15% das afluências naturais.

### A.3. Estimativa do Caudal Ecológico Global na RH6

A partir do modelo SWAT obtiveram-se as afluências globais à bacia hidrográfica do Sado e do Mira. Na Figura 2.1.26 apresentam-se as áreas que foram consideradas nesta região hidrográfica.

Sobre estas afluências foi calculado o caudal ecológico, de acordo com a metodologia proposta na secção anterior. Analisou-se a série mensal de afluências e de caudal ecológico e, como neste caso não existe nenhuma capacidade de armazenamento, assumiu-se que nos meses em que o caudal ecológico proposto era superior ao caudal afluente desse mês, seriam estas as afluências consideradas como caudal ecológico.

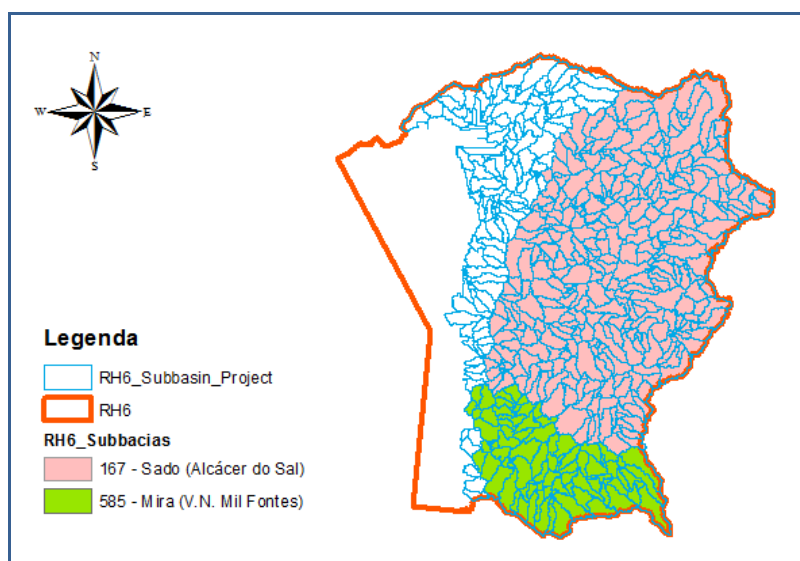


Figura 2.1.26 – Áreas na Bacia do Sado e na Bacia do Mira

Quadro 2.1.34 – Caudal ecológico efectivo, para a Bacia do Sado, e percentagem relativamente às afluências em ano seco, médio e húmido

<b>SADO</b>			
<b>Tipo Ano</b>	<b>Afluências Naturais (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Caudal Ecológico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% Caudal Ecológico relativo às Afluências</b>
Ano Seco	151,0	73,99	49%
Ano Médio	704,7	143,00	20%
Ano Húmido	1.538,1	161,16	10%

Quadro 2.1.35 - Caudal ecológico efectivo, para a Bacia do Mira, e percentagem relativamente às afluências em ano seco, médio e húmido

<b>MIRA</b>			
<b>Tipo Ano</b>	<b>Afluências Naturais (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Caudal Ecológico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% Caudal Ecológico relativo às Afluências</b>
Ano Seco	54,8	26,49	48%
Ano Médio	231,0	93,67	41%
Ano Húmido	478,8	121,10	25%

#### A.4. Estimativa da Evaporação Global na RH6

Nos pontos anteriores é apresentado um estudo detalhado para um conjunto de reservatórios, onde a área de água é calculada de forma dinâmica ao nível mensal em função das captações, caudal ecológico, evaporação e capacidade de armazenamento da albufeira.

Neste capítulo estima-se a área de água com base na área no NPA de todos os reservatórios da RH6. A vantagem da abordagem feita no início deste documento é de ser precisa e a desvantagem é de não analisar todo o universo dos reservatórios. A vantagem da abordagem apresentada neste capítulo é ter em conta todos os reservatórios da RH6, mas a desvantagem é ter imprecisões no cálculo da área de água e consequentemente na estimativa da evaporação.

A evaporação da água dos reservatórios está dependente do balanço de energia entre a albufeira e a atmosfera. Normalmente não existem dados suficientes para fazer este balanço de forma correcta. Deste modo usam-se normalmente abordagens simplificadas com base na área de água na albufeira e com base em medidas de evaporação.

A base de dados de recursos hídricos da ARH apresenta uma shape file com a delimitação das áreas das albufeiras. Nas figuras abaixo mostra-se a sobreposição da área de água da ARH com imagem de satélite (Figura 2.1.27). A área disponibilizada pela ARH mostra as albufeiras no nível de pleno armazenamento. Comparando estas áreas com as áreas no NPA disponíveis no *site* do INAG destinado à caracterização das barragens ([http://cnpqb.inag.pt/gr\\_barragens/gbportugal/index.htm](http://cnpqb.inag.pt/gr_barragens/gbportugal/index.htm)) encontram-se diferenças de cerca de 10% nas áreas.

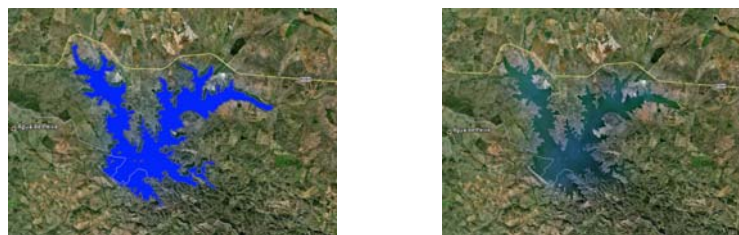


Figura 2.1.27 – Comparação da área da albufeira na shape file da ARH e na imagem de satélite

A área de água no NPA pode ser usada para fazer uma estimativa aproximada da evaporação, assumindo todas as albufeiras ao nível de pleno armazenamento. Para isso só nos falta o potencial evaporativo, que

pode ser obtido das estações meteorológicas da ARH. O potencial evaporativo varia de local para local, estando tipicamente entre 1600 e 1800 mm/ano.

Somando a área de água para a RH6 chega-se ao valor de 93 km<sup>2</sup>. Contudo existem ainda cerca de 734 pequenas barragens e açudes. Assumiu-se para cada reservatório uma área de espelho de água média de 2 hectares, com o mesmo potencial evaporativo referido acima.

Quadro 2.1.36 – Grandes reservatórios considerados no cálculo da evaporação na RH6

Nome do Reservatório	Área [km <sup>2</sup> ]
Albufeira Odivelas	8,7
Albufeira Alvito	14,5
Albufeira Rasquinha	0,4
Albufeira Roxo	14,1
Albufeira Daroeira	1,0
Albufeira Morgavel	2,1
Albufeira Fonte Serne	0,8
Albufeira Campilhas	3,5
Albufeira Monte da Rocha	10,3
Albufeira Santa Clara	20,0
Açude Vale das Bicas	0,7
Albufeira Venda Nova (Sado)	0,4
Albufeira Pego do Altar	8,2
Albufeira Tourega	0,6
Açude Vale Coelheiros	0,6
Albufeira Vale da Arca 2	0,4
Albufeira Herdade de Vale da Lameira	0,6
Albufeira Trigo de Morais - Vale do Gaio	5,4
Albufeira S.Brissos I	0,7

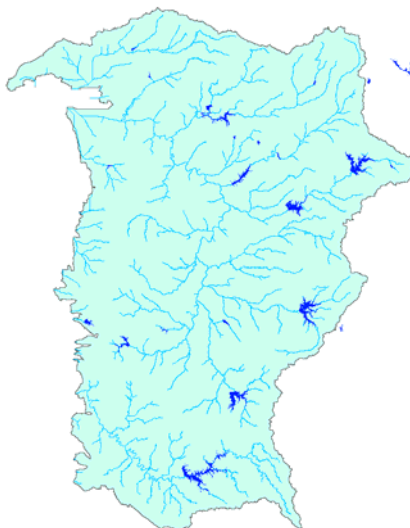


Figura 2.1.28 – Grandes reservatórios considerados no cálculo da evaporação na RH6

Assumindo ainda que em anos Secos se tem uma área de espelho de água tendencialmente menor que em ano médio que por sua vez é tendencialmente menor que em ano húmido, pode-se assumir que em anos húmidos a cota das albufeiras está ao NPA. Pode-se ainda assumir que em ano seco os reservatórios atingem valores de 50% do NPA e em ano médio de 75%. As evaporações estimadas com estas diferentes áreas de água originam os valores do quadro seguinte:

Quadro 2.1.37 – Evaporação dos reservatórios comparada com afluências na RH6

<b>Tipo Ano</b>	<b>Evaporação [hm<sup>3</sup>]</b>	<b>Evaporação [%]</b>	<b>Afluências totais na RH6 [hm<sup>3</sup>]</b>
Seco	86-97	36-41	235
Médio	130-146	14-15	930
Húmido	173-195	8-9	2.080

#### A.5. Percentagem de Caudal Ecológico e Evaporação Propostos

A estimativa da evaporação global nas albufeiras da RH6 em relação às afluências retornou valores para anos secos próximos de 90 hm<sup>3</sup>, em anos médios em torno de 140 hm<sup>3</sup> e em anos húmidos de 185 hm<sup>3</sup>.

Caso se assuma uma regularização da região hidrográfica de cerca de 50% das afluências, a extrapolação dos resultados obtidos ao nível da evaporação e dos caudais ecológicos nas albufeiras estudadas resultou nas seguintes percentagens:

Quadro 2.1.38 – Percentagem de evaporação e caudal ecológico obtidos para uma regularização de 50% das afluências

	<b>% Evap. relativamente às afluências (Reservatórios)</b>	<b>% Q<sub>eco</sub> relativamente às afluências (Reservatórios)</b>	<b>Evap + Q<sub>eco</sub> com 50% regularização (Reservatórios)</b>	<b>Evap + Q<sub>eco</sub> (RH6 Global) (*)</b>	<b>% Média (Evap + Q<sub>eco</sub>)</b>
Ano Seco	118%	83%	100%	87%	<b>94%</b>
Ano Médio	28%	26%	27%	40%	<b>33%</b>
Ano Húmido	15%	11%	13%	23%	<b>18%</b>

(\*) Para este cálculo assumiu-se que o peso da bacia do Sado corresponde a 3x o da bacia do Mira, uma vez que a bacia do Sado tem uma área superior à da bacia do Mira

Estes valores foram obtidos aplicando a média entre os valores de evaporação e caudal ecológico calculados nos reservatórios, assumindo uma regularização de 50% das afluências, e os valores de evaporação e caudal ecológico ao nível da região hidrográfica, assumindo que o peso da bacia do Sado corresponde ao triplo da bacia do Mira.

#### A.6. Volume de escoamento disponível

Uma vez que a ARH tem necessidade de saber o volume de água médio anual disponível para atribuição de títulos de utilização, tendo em conta as necessidades dos sistemas naturais, para obter o volume disponível retirou-se ao volume de escoamento natural os volumes estimados como necessários para os caudais ecológicos e para a evaporação.

Os valores finais relativos às disponibilidades, considerando uma percentagem de caudal ecológico e de evaporação de 94%, 33% e 18% em ano seco, médio e húmido respectivamente, encontram-se no Quadro 2.1.39 e na figura seguinte.

Quadro 2.1.39 – Volume de escoamento disponível acumulado relativo a cada ano hidrológico

<b>Bacia Principal</b>	<b>Volume de escoamento disponível (hm<sup>3</sup>)</b>		
	<b>Ano seco</b>	<b>Ano médio</b>	<b>Ano húmido</b>
Mira	3,4	153,8	393,4
Sado	9,5	469,1	1.264,1
Roxo	1,0	40,2	116,6
Alcáçovas	2,0	93,0	259,7
Costeiras - Mira-Barlavento	0,3	9,6	18,5
Costeiras-Sado e Mira	0,8	48,6	108,8



Bacia Principal	Volume de escoamento disponível (hm <sup>3</sup> )		
	Ano seco	Ano médio	Ano húmido
<b>Total RH</b>	<b>14,0</b>	<b>681,2</b>	<b>1.784,8</b>

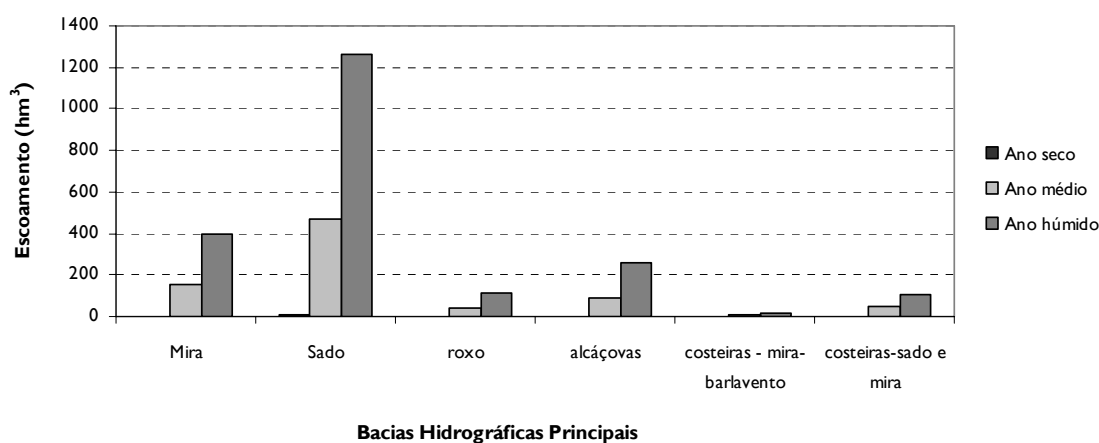


Figura 2.1.29 – Volumes de escoamento disponíveis na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais

Nas cartas 2.1.6.A, 2.1.8.A e 2.1.10.A apresentam-se os volumes de escoamento disponíveis acumulados em ano seco, médio e húmido.

#### B. Disponibilidades de Água em Regime Modificado

Na região hidrográfica do Sado e Mira a avaliação das disponibilidades de água em regime modificado foi efectuada com base nas disponibilidades de água estimadas no ponto anterior, nos volumes de água captados, e transferidos e desviados (apresentados no capítulo 3.3.3 do Tomo 3A da Parte 2).

O cálculo foi efectuada ao nível anual, para ano seco, ano médio e ano húmido, considerando as retiradas de água como constantes, uma vez que apenas se dispõe dos volumes anuais captados, transferidos e desviados no ano de 2009.

A determinação do regime modificado foi desenvolvida através duma ferramenta (SWAT Explorer) que lê os caudais naturais estimados pelo modelo bem como os caudais de captações e transferências,

apresentando como resultado os caudais por sub-bacia num regime que foi modificado pelas captações e pelas transferências/desvios.

Nas cartas 2.1.11 a 2.1.13 do Tomo 2B apresentam-se as disponibilidades de água em regime modificado obtidas para ano seco, médio e húmido. A ocorrência de risco de défice de água ocorre essencialmente em ano seco.

As situações de risco de défice de água têm origem, na generalidade dos casos em captações situadas em albufeiras, pelo que a regularização inter-anual deverá ser suficiente para a não ocorrência de situações de défice de água, desde que o período de seca não ultrapasse o tempo necessário para a regularização do volume. O défice na generalidade dos casos representa, em média, menos de 20% da capacidade útil das albufeiras, exceptuando as albufeiras de Vale do Gaio, Pêgo do Altar e a albufeira de Santa Clara, cujo défice representa, respectivamente 52%, 31% e 25%, da sua capacidade útil.

No quadro seguinte apresentam-se os volumes de escoamento em regime modificado (acumulados) que poderão estar disponíveis para utilização nas bacias hidrográficas principais.

Quadro 2.1.40 – Volumes de escoamento acumulado na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais em regime modificado

Bacia Principal	Disponibilidades em regime modificado (hm <sup>3</sup> )		
	Ano seco	Ano médio	Ano húmido
Mira	-60,4	89,9	329,5
Sado	-78,6	381,1	1.176,0
Roxo	-11,8	27,4	103,8
Alcáçovas	-33,0	58,0	224,7
Costeiras - Mira-Barlavento	0,0	9,4	18,2
Costeiras-Sado e Mira	-9,5	38,4	98,6
<b>Total RH</b>	<b>-148,5</b>	<b>518,7</b>	<b>1.622,3</b>

Como se pode verificar, ao nível das bacias hidrográficas principais e ao nível da região hidrográfica, em ano seco, ocorrem situações de défice de água.

Apresenta-se nas figuras seguintes (Figura 2.1.30 e Figura 2.1.31) os volumes em regime modificado nas bacias hidrográficas principais e uma comparação entre os volumes verificados em regime natural e em regime modificado.

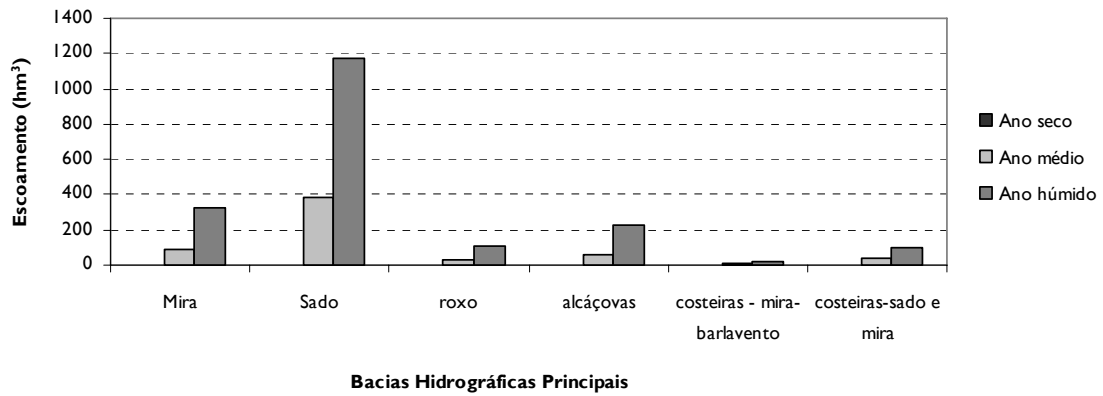


Figura 2.1.30 – Volumes de escoamento em regime modificado na secção da foz das linhas de água das bacias hidrográficas principais

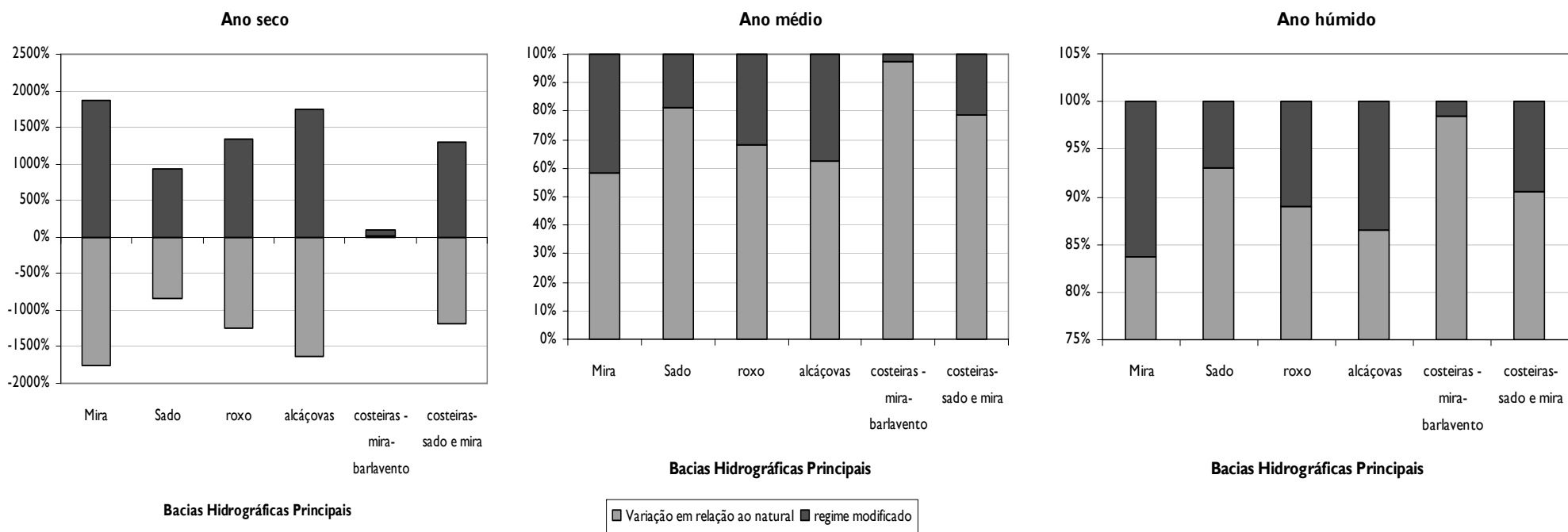


Figura 2.1.31 – Variação entre os volumes de escoamento disponíveis e o regime modificado nas bacias hidrográficas principais

Como se pode verificar ao nível das bacias hidrográficas principais e ao nível da região hidrográfica, em ano seco ocorrem situações de défice de água.

No Anexo I.2.3 apresentam-se os escoamentos gerados e as disponibilidades da água em regime natural e modificado por massa de água.

Para a avaliação das alterações provocadas no regime hidrológico pelas barragens e açudes, aplicou-se a metodologia descrita no Documento-Guia n.º 3 (WFD CIS, 2002).

Esta metodologia consiste na determinação do índice de máxima alteração potencial do regime hidrológico natural produzido pela regularização hidrológica. Para a determinação deste índice comparou-se o mapa da capacidade de armazenamento e o mapa do regime hidrológico natural. Consideraram-se 4 classes para a avaliação das alterações máximas potenciais do regime hidrológico: regime natural (alteração nula ou desprezível); regime hidrológico pouco alterado (1% – 20%); regime hidrológico alterado (20% – 40%); regime hidrológico muito alterado (>40%).

- Nas figuras seguintes apresentam-se os mapas de capacidade de armazenamento, do regime hidrológico natural e das máximas alterações potenciais por regularização de caudal.

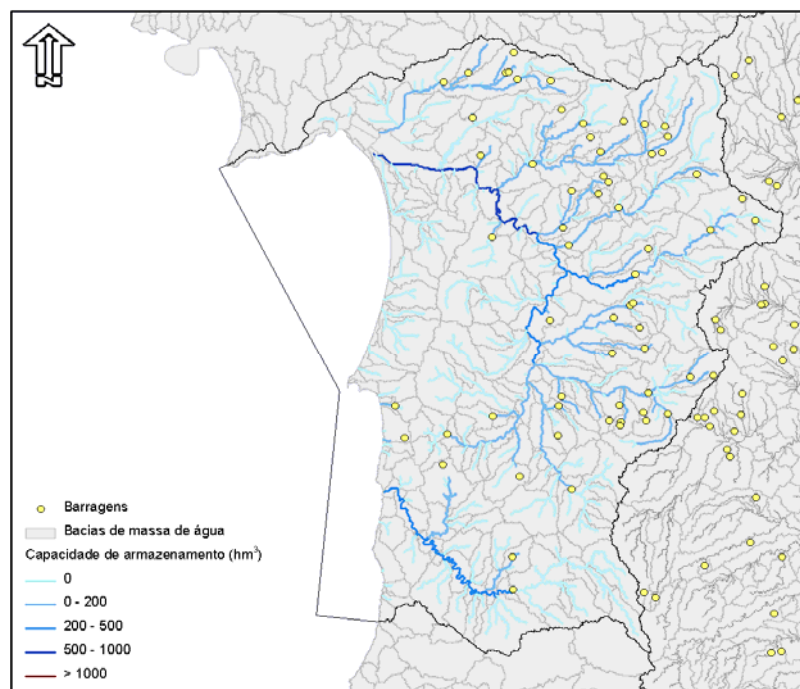


Figura 2.1.32 – Capacidade de armazenamento da rede hidrográfica

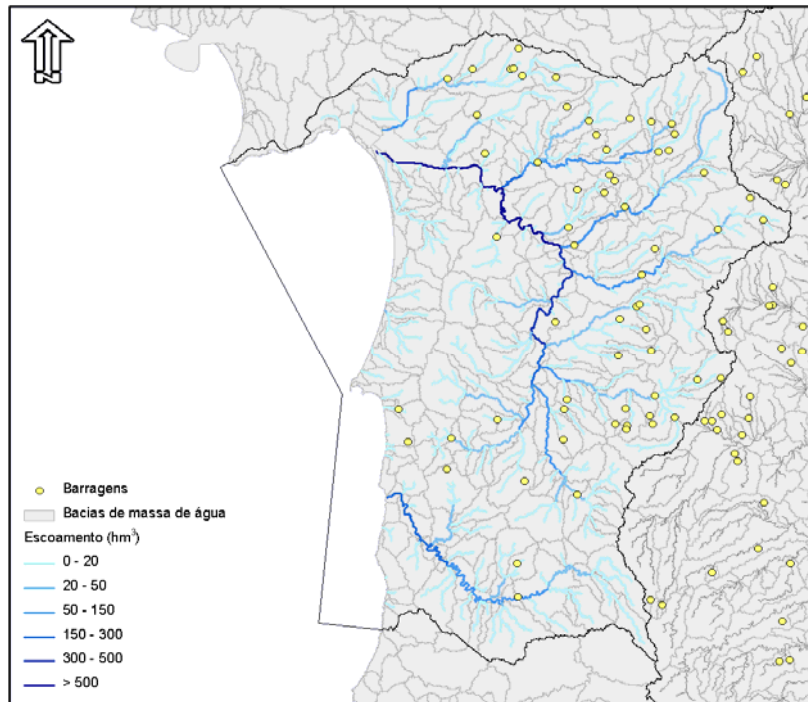


Figura 2.1.33 – Escoamento anual médio em regime natural (1931-2009)

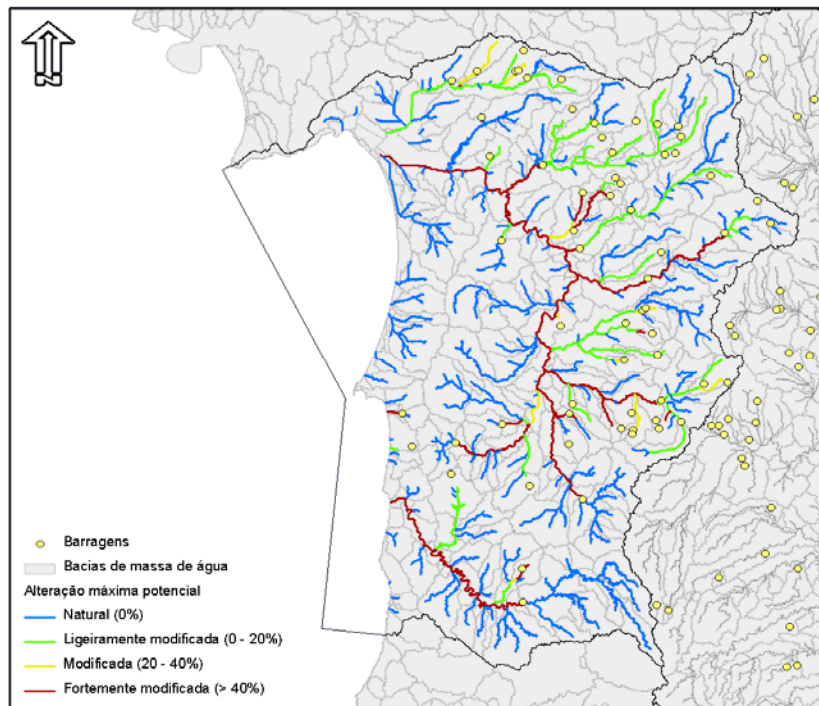


Figura 2.1.34 – Alteração máxima potencial provocada por regularização hidrológica

Pela análise da figura anterior verifica-se que os rios que potencialmente terão maiores alterações provocadas por regularização hidrológica são aqueles que apresentavam maior risco de défice de água, a ribeira de Alcáçovas, o rio Xarrama, a ribeira de Odivelas, a ribeira do Roxo, o rio Sado e o Rio Mira.

Refira-se contudo, que se trata da máxima alteração potencial, e que a alteração real poderá ser menor do que esta. Por exemplo, no caso de aproveitamentos hidroeléctricos com grandes capacidades de armazenamento, mas com utilizações não consumptivas em que quase todo o volume de água utilizado é devolvido à linha de água, a alteração potencial do regime hidrológico é muito elevada na fase de enchimento da albufeira, mas na fase de exploração a alteração será mínima. No entanto, o facto de muitas das massas de água identificadas como potencialmente sofrendo maiores alterações serem também massas de água com riscos de défice de água indicia que as máximas alterações potenciais determinadas deverão estar próximas da realidade.

## **2.1.6. Massas de Água Artificiais e Fortemente Modificadas**

### **2.1.6.1. Introdução**

A DQA refere a necessidade de identificar, no âmbito da elaboração dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica, as massas de água artificiais e as massas de água fortemente modificadas. De facto, a DQA reconhece a existência de massas de água cujas características físicas foram significativamente alteradas para suportar usos e actividades humanas. Para as massas de água nesta situação as acções de recuperação acarretam, na maioria das vezes, efeitos adversos significativos ao nível social ou económico.

De acordo com o ponto 3 do artigo 4.º da referida Directiva, a designação de massas de água como artificiais e fortemente modificadas é feita sempre que:

- A introdução de alterações nas características hidromorfológicas dessa massa que seria necessária para atingir um bom estado ecológico se revestiria de efeitos adversos significativos sobre: o ambiente em geral; a navegação, incluindo os equipamentos portuários ou as actividades de recreio; actividades para as quais a água seja armazenada (abastecimento de água potável, produção de energia ou irrigação); a regulação da água, protecção contra cheias, drenagem dos solos; ou outras actividades igualmente importantes para o desenvolvimento humano sustentável;
- Os objectivos benéficos prosseguidos pelas características artificiais ou modificadas da massa de água não possam, por motivos de exequibilidade técnica ou de custos desproporcionados, ser razoavelmente atingidos por outros meios que representem uma melhor opção ambiental.

A caracterização destas massas de água é feita de acordo com o Anexo II da DQA. Neste sentido, os critérios de classificação utilizados derivam dos adoptados para a categoria do meio hídrico natural que mais se assemelha às suas características. Assim, as albufeiras identificadas como massas de água fortemente modificadas foram agrupadas na categoria de águas superficiais “lagos” e os troços de rio a jusante de barragens, também identificadas como massas de água fortemente modificadas, foram agrupadas na categoria de águas superficiais “rios”. Da mesma forma, os métodos de monitorização físico-químicos e biológicos propostos para as albufeiras e troços de rio a jusante de barragens são, respectivamente, os utilizados para monitorização de lagos e rios. Todavia, uma vez que em Portugal Continental não existem lagos, os métodos de monitorização para esta categoria foram desde logo pensados e programados para o ecossistema “albufeira”.

No âmbito do artigo 5.º da DQA foi efectuada, pelo INAG, uma identificação provisória das massas de água artificiais e massas de água fortemente modificadas, apresentada no “Relatório Síntese *sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na Directiva Quadro da Água*” (INAG, 2005).

A metodologia utilizada para a designação destes conjuntos de massas de água seguiu as orientações do documento-guia *WFD CIS Guidance Document N.º 4: Identification and Designation of Artificial and Heavily Modified Waterbodies* (WFD CIS, 2003c) e está apresentada, de forma esquemática, na Figura 2.1.35.

Assim, numa primeira fase (Fase 1), procedeu-se à identificação das massas de água criadas pela actividade humana, definição correspondente às massas de água artificiais. A designação destas massas de água é feita numa fase posterior (Fase 7), avaliando em que medida os objectivos benéficos prosseguidos pelas suas características artificiais podem ser alcançados por outros meios, que sejam tecnicamente viáveis, com custos razoáveis e que representem uma melhor opção ambiental.

Numa segunda fase (Fase 2), foi feita a identificação das massas de água em risco de não cumprir os objectivos ambientais de “bom estado ecológico” mas que não apresentam alterações hidromorfológicas significativas. Para as massas de água que não foram avaliadas na segunda fase, procedeu-se, numa terceira fase (Fase 3), a uma descrição das mudanças significativas existentes ao nível hidromorfológico e impactes resultantes. Esta fase correspondeu à metodologia de avaliação das pressões e impactes nas massas de água (Anexo II da DQA).

Na Fase 4 foi feita a avaliação da capacidade ou não dessas massas de água alcançarem os objectivos ambientais com base na informação recolhida até ao momento.



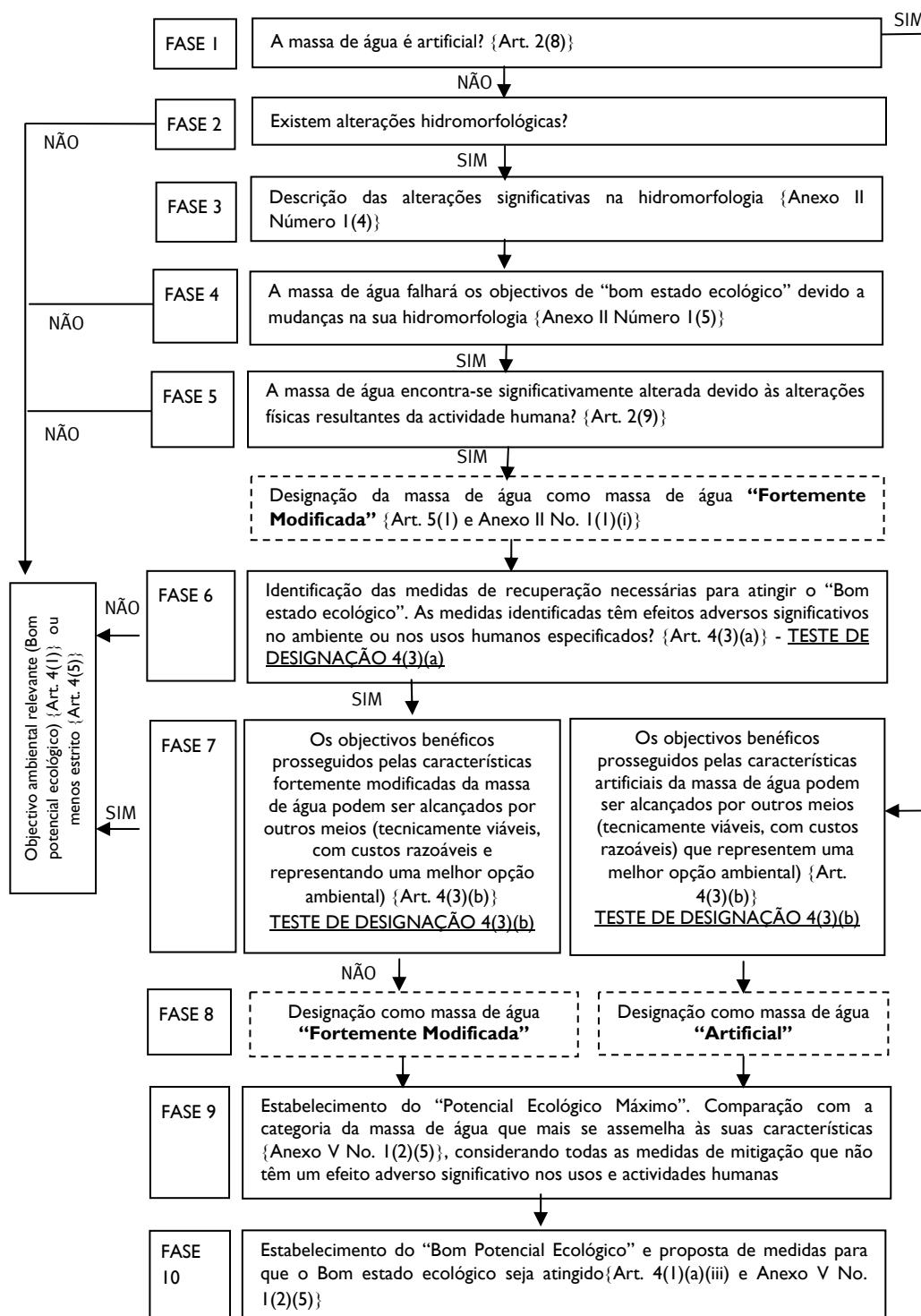


Figura 2.1.35 – Metodologia para a identificação e designação das massas de água artificiais e fortemente modificadas. Adaptado de WFD CIS (2003c)

Numa fase posterior (Fase 5) identificaram-se como Massas de Água Fortemente Modificadas as massas de água cujas alterações hidromorfológicas resultaram numa modificação significativa das suas características. As restantes massas de água, sem capacidade para alcançar os objectivos ambientais propostos na DQA mas cujas características não foram substancialmente alteradas, foram identificadas como massas de água naturais (rios, lagos, águas de transição ou águas costeiras).

As Fases 6, 7 e 8 correspondem aos fundamentos utilizados para a designação das massas de água artificiais e fortemente modificadas. Os testes de designação permitem dar resposta às alíneas (a) e (b) do ponto 3 do artigo 4.º da DQA.

As Fases 9 e 10, correspondentes ao estabelecimento do Potencial Ecológico Máximo e do Bom Potencial Ecológico, não estão integradas no processo de designação mas incluem-se aqui por dizerem respeito apenas às massas de água fortemente modificadas e artificiais.

Tal como referido no Relatório acima citado (INAG, 2005), está previsto que o processo de identificação e designação de Massas de Água Fortemente Modificadas ou Artificiais possa ser retomado e alterado em cada ciclo de 6 anos, nos termos previstos na DQA, ou seja, massas de água identificadas ou designadas num primeiro ciclo de planeamento poderão não o ser em ciclos seguintes e outras que não o foram inicialmente poderão ser posteriormente designadas. É também referido que o processo de identificação provisória será retomado e alterado sempre que exista informação adicional que permita colmatar lacunas existentes.

O processo de designação subsequente passa pela integração da informação económica relacionada com outros meios tecnicamente exequíveis que sejam uma melhor opção ambiental e sem custos associados desproporcionados.

A designação das massas de água como fortemente modificadas envolve a aplicação dos testes de designação correspondentes às alíneas (a) e (b) do ponto 3 do artigo 4.º da DQA e descritos na Figura 2.1.36. No caso das massas de água artificiais apenas se aplica o teste de designação correspondente à alínea (b).

Conforme é possível observar na Figura 2.1.36, o teste de designação que permite dar resposta à alínea (a) do ponto 3 do artigo 4º da DQA engloba três etapas.

A primeira etapa corresponde à identificação das medidas de restauro/recuperação hidromorfológica a aplicar na massa de água para que esta alcance o bom estado ecológico. São exemplos de medidas de recuperação hidromorfológica as acções que visam a redução do impacto ambiental resultante das

alterações físicas (e.g. aumento de fluxos compensatórios ou passagens para peixes) e as acções que resultam na completa remoção das alterações físicas.

A segunda etapa está relacionada com a avaliação da relação entre as alterações físicas e os usos específicos da massa de água. A terceira etapa do teste corresponde à avaliação dos efeitos adversos significativos resultantes da aplicação das medidas nos usos específicos e actividades humanas (na navegação, nas actividades de recreio, entre outros). São exemplos de efeitos adversos significativos nos usos da água a perda de serviços importantes, como a protecção contra cheias ou a capacidade de navegação, e as perdas de produção, como bens agrícolas ou energéticos.

Se não existir nenhum efeito adverso significativo ao nível dos usos, existe ainda uma quarta etapa do teste de designação 4(3)(a) que consiste na avaliação dos efeitos ambientais negativos das medidas de uma forma mais abrangente. A massa de água deverá ser considerada como uma massa de água natural no caso das medidas de recuperação não provocarem efeitos adversos nesse ambiente mais abrangente. Ao ser considerada como uma massa de água natural, as medidas de restauro/recuperação previstas deverão ser aplicadas no sentido do alcance do bom estado ecológico. Nalgumas circunstâncias, as derrogações contempladas nos pontos 4 e 5 do artigo 4.º serão apropriadas e objectivos ambientais menos exigentes poderão ser aplicados.

No caso de existirem efeitos adversos significativos ao nível dos usos ou num ambiente mais lato, essa massa de água será sujeita a um outro teste de designação, que permite dar resposta à alínea (b) do ponto 3 do artigo 4.º da DQA.

O teste de designação que permite dar resposta à alínea (b) do ponto 3 do artigo 4.º da DQA engloba cinco etapas, conforme é possível observar na Figura 2.1.36. A primeira etapa consiste na identificação de meios alternativos que permitam manter os objectivos benéficos prosseguidos pelas características fortemente modificadas da massa de água. As restantes etapas permitem avaliar a viabilidade técnica (etapa 2), ambiental (etapa 3) e financeira (etapa 4) dos meios alternativos identificados e a sua capacidade para fazer com a massa de água em questão atinja o bom estado ecológico. No caso do bom estado ecológico não ser atingido por outros meios e de este facto se dever às alterações físicas da massa de água, esta é designada como uma massa de água fortemente modificada. Se o bom estado ecológico é passível de ser atingido por esses outros meios em consideração, a massa de água é considerada como sendo uma massa de água natural.

No âmbito deste plano, será feita a revisão da identificação provisória das massas de água fortemente modificadas e artificiais que foi feita no âmbito do Artigo 5.º da DQA.

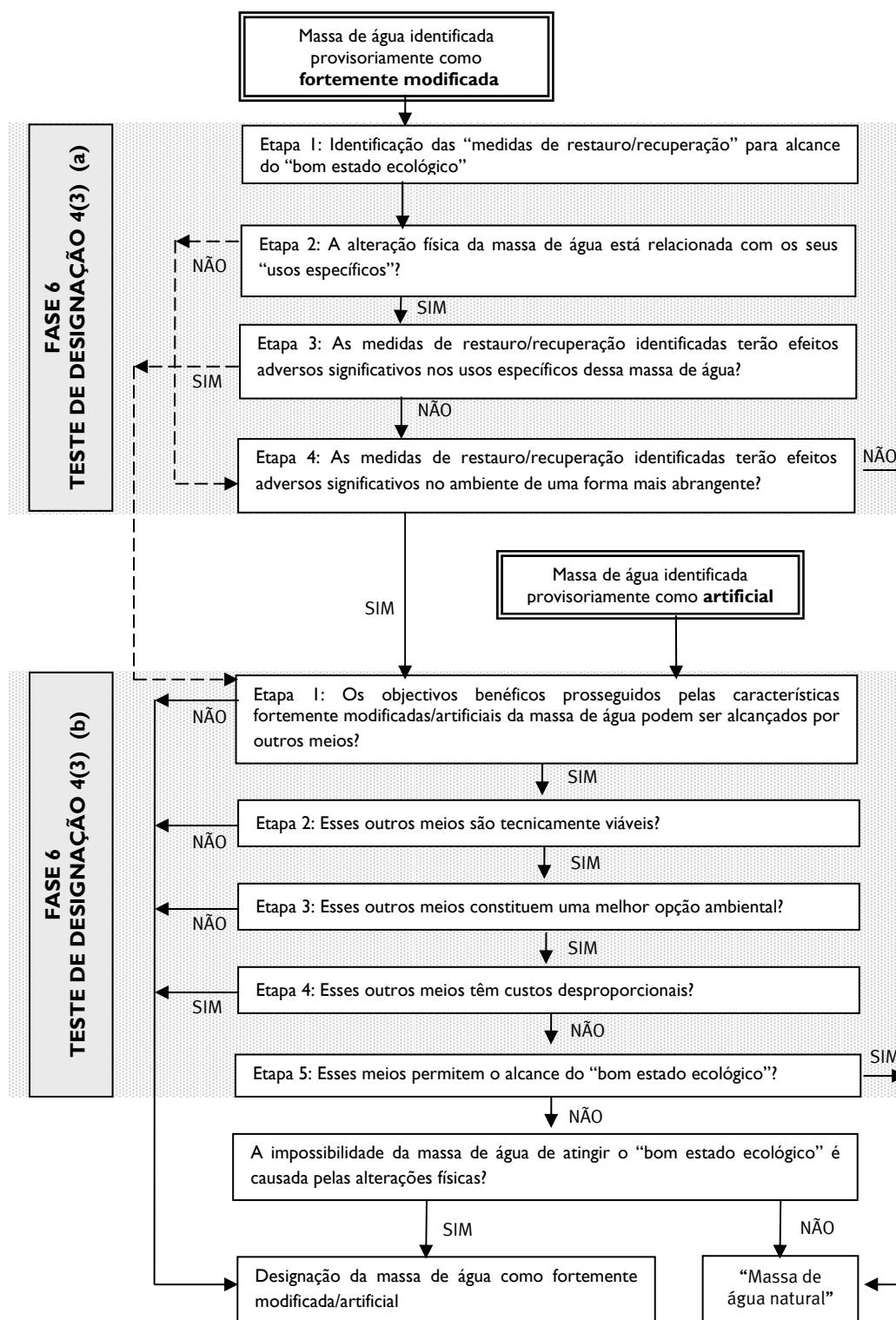


Figura 2.1.36 – Metodologia dos testes de designação 4(3) (a) e 4(3) (b). Adaptado de: WFD CIS (2003c)

### 2.1.6.2. Critérios para a Identificação Provisória das Massas de Água Artificiais

O documento-guia (WFD CIS, 2003c) identifica a massa de água artificial como “*uma massa de água superficial criada pela actividade humana numa localização onde não existia qualquer plano de água e que, por isso, não resultou da alteração física directa de uma massa de água preexistente*”. De acordo com o documento-guia são exemplos de massas de água artificiais os canais construídos para navegação, os canais de rega, os lagos e lagoas artificiais e as lagoas existentes em minas, entre outras.

Na identificação provisória elaborada pelo INAG, as massas de água artificiais foram identificadas nas águas interiores o que, no caso do território português, só encontram correspondência nas redes de distribuição dos Perímetros de Rega Públicos.

Assim, foram considerados todos os canais artificiais de rega dos grandes perímetros de rega públicos. Os critérios para a selecção dos perímetros de rega públicos foram: n.º de beneficiários, a área beneficiada, o comprimento total da rede, a largura, o tipo de secção para a rede primária e secundária e as culturas predominantes. Foram identificados 23 perímetros de rega ao nível do território continental. Para além dos 23 perímetros de rega, foi considerada ainda uma massa de água de transição, perfazendo um total de 24 massas de água provisoriamente identificadas como massas de água artificiais. Na Região Hidrográfica do Sado e Mira foram identificadas provisoriamente cinco massas de água artificiais correspondendo estas aos canais de rega dos Aproveitamentos Hidroagrícolas (A. H.) Públicos (do tipo II), a saber: A. H. do Mira, A. H. De Odivelas, A. H. de Vale do Sado, A. H. do Roxo e A. H. de Campilhas e Alto Sado (INAG & ARH Alentejo, 2009). Desses cinco perímetros de rega, um deles é partilhado com a Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8).

No que respeita ao estabelecido na DQA, Anexo V, (1.1.5.) “Os elementos de qualidade aplicáveis às massas de águas superficiais artificiais ou fortemente modificadas serão os aplicados à categoria de *águas de superfície naturais, das quatro atrás mencionadas, que mais se assemelha à massa de águas de superfície artificiais ou fortemente modificadas em questão*”. Optou-se, assim, por caracterizar as massas de água artificiais nos termos do Anexo II da DQA. Os locais físicos de implantação dos canais (os perímetros de rega) – correspondentes à categoria Rios – foram determinados com base nos seguintes descritores: área, altitude média, geologia dos solos inscritos nos perímetros de rega para além de outros factores não obrigatórios.

### 2.1.6.3. Caracterização das Massas de Água Artificiais Identificadas no Âmbito do Artigo 5º da DQA

As massas de água identificadas provisoriamente como artificiais são apresentadas no Quadro 2.1.41 e na Figura 2.1.37.

Quadro 2.1.41 – Massas de água identificadas como artificiais na RH6 no âmbito do Artigo 5º da DQA

<b>Massas de Água Artificiais (Artigo 5º da DQA)</b>
A. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Mira
B. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas
C. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo
D. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Sado
E. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas e Alto Sado

Fonte: INAG (2005)

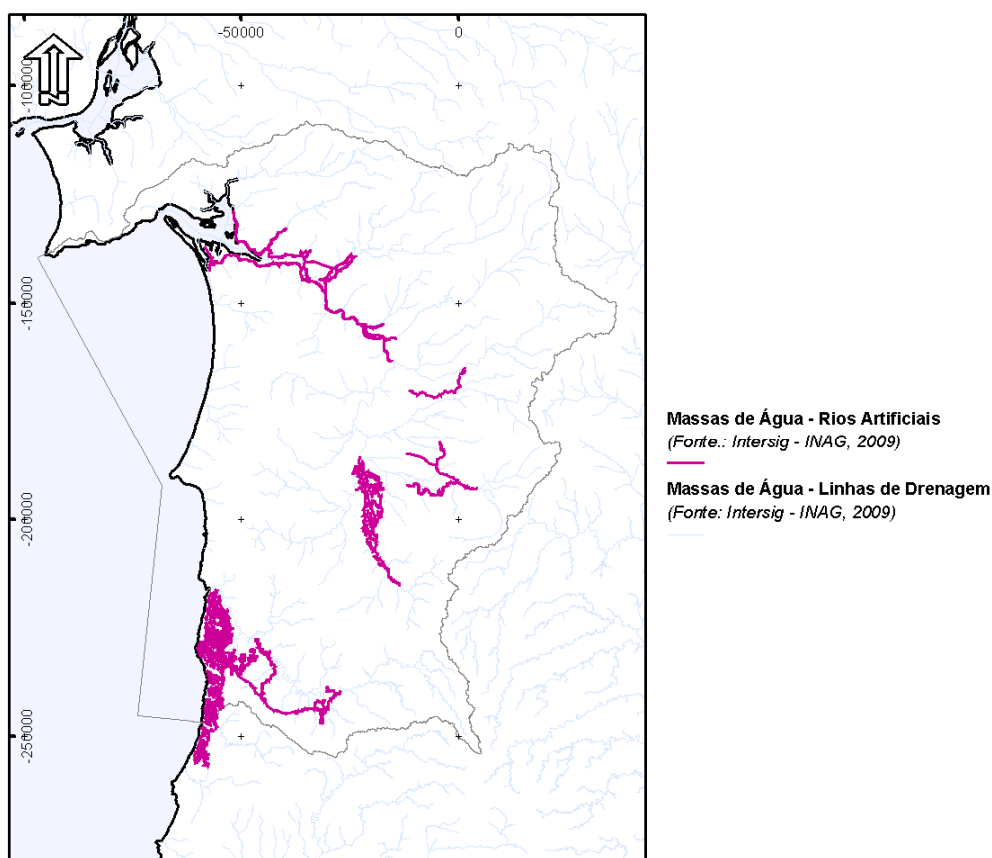


Figura 2.1.37 – Massas de água identificadas provisoriamente como artificiais na RH6

A caracterização das massas de água identificadas provisoriamente como artificiais no âmbito do Artigo 5º (INAG, 2005) foi feita com recurso à seguinte informação:

- Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) – informação disponível sobre os regadios e aproveitamentos hidroagrícolas;
- Informação disponibilizada pelas Associações de Regantes, e.g. Associação de Beneficiários do Perímetro de Rega do Roxo; Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado;
- Dados de base do Consórcio, nomeadamente da empresa AGROGES.

Seguidamente é feita uma pequena descrição de cada uma das massas de água:

#### A. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Mira

O **Aproveitamento Hidroagrícola (AH) do Mira** situa-se na extremidade Sudoeste do Distrito de Beja, sendo limitado a Norte pelo Rio Mira, a Este e Sudoeste pela E.N. 120, a Oeste pelo Oceano Atlântico, estendendo-se a Sul até ao Barranco de Falcate, na freguesia e concelho de Aljezur. Abrange uma área total de 10.670 ha (área beneficiada) na Charneca de Odemira e uma área de 1.330 ha para Sul da Ribeira de Odeceixe, no concelho de Aljezur.

A área beneficiada desenvolve-se na faixa costeira, entre Vila Nova de Milfontes e a povoação do Rogil numa extensão total da ordem dos 41 km, com uma largura variável entre 2 e 6 km. Inclui ainda algumas zonas aluvionares situadas nas margens do Rio Mira. A gestão deste A. H. é assegurada, desde 1992, pela Associação de Beneficiários do Mira.

Neste A.H. foi englobada, a partir de 1994, a área beneficiada de 87 ha do Aproveitamento Hidroagrícola de Corte Brique e foram excluídos também 12,6 ha da área afecta a uso não-agrícola no Plano Director Municipal.

A origem da água para rega, abastecimento urbano, indústria e piscicultura é proveniente da albufeira criada pela Barragem de Santa Clara, localizada no Rio Mira a este do perímetro de rega. O desenvolvimento total da rede de adução é de cerca de 598 km, dos quais aproximadamente 178 km constituem a rede primária, integrando os restantes a rede secundária. A rede terciária inicia-se nos canais e distribuidores assegurando a condução da água até à parcela.

O Perímetro de Rega do Mira está incluído no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV). De acordo com o Plano de Ordenamento do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (POPNSACV) aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 33/95, de 11 de Dezembro, a área

correspondente ao Perímetro de Rega está designada como área de intervenção específica de carácter agrícola, estando sujeita por isso a um Programa Sectorial Agrícola.

O Programa Sectorial Agrícola do Mira, aprovado por Despacho Normativo n.º 15/2007 de 31 de Janeiro, estabelece o ordenamento do território abrangido simultaneamente pelo PNSACV e pelo Perímetro de Rega do Mira, de forma a conciliar, de forma sustentável, a manutenção das práticas agrícolas com a preservação dos recursos naturais.

#### B. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas

O **Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas** situa-se entre as ribeiras de Figueira e Odivelas. A área beneficiada abrange o concelho de Ferreira do Alentejo do distrito de Beja, e os concelhos de Grândola e Alcácer do Sal, do distrito de Setúbal. A água é proveniente de duas albufeiras: Alvito e Odivelas, ambas localizadas na Ribeira de Odivelas. Este aproveitamento constitui um dos blocos do Sistema de Rega do Baixo Alentejo, integrado no Plano de Rega do Alentejo e no Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA). A gestão deste A. H. é assegurada, desde 1988, pela Associação de Beneficiários da Obra de Odivelas.

Relativamente a este AH, apesar da área beneficiada corresponder a 6.846 ha, a área potencial para rega é de 6.381 ha, conforme “*Estudo Prévio do Ante-Projecto da Reabilitação do Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas*”.

Com a entrada em funcionamento da Infra-estrutura 12 do sistema Alqueva, em 2004, que constitui a 2ª fase do Perímetro de Rega de Odivelas, a área total beneficiada pelo Perímetro (1ª e 2ª fases) corresponde a cerca de 12.250 ha (Chibeles, s.d.).

#### C. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo

O **Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo** situa-se nos campos do Roxo, a Norte de Aljustrel, nos concelhos de Ferreira do Alentejo (645 ha) e Aljustrel (4.064 ha), do distrito de Beja e, no concelho de Santiago do Cacém (331 ha), do distrito de Setúbal, beneficiando uma área total de 5.040 ha. A água para a rega, fins industriais e, a partir de 1985, também para o abastecimento das populações, provém da albufeira do Roxo, localizada na ribeira com o mesmo nome.

A gestão deste AH é assegurada pela Associação de Regantes e Beneficiários do Roxo que, em 1994, passou a denominar-se Associação de Beneficiários do Roxo.



#### D. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sado

O **Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sado** situa-se em parte nos terrenos marginais do curso inferior do rio Sado (ribeiras de Santa Catarina e Xarrama). Este AH beneficia uma área que pertence ao concelho de Alcácer do Sal (distrito de Setúbal) e engloba as freguesias de Santiago, Santa Maria e Comporta. No total, a área beneficiada é de 9.613 ha, dos quais 3.443 ha correspondem a sapais não defendidos, sendo os restantes 6.171 ha considerados como área irrigável. Esses sapais desempenham funções de defesa da restante área beneficiada.

A água para a rega e fins industriais provém das albufeiras do Pego do Altar e vale do Gaio, localizadas na ribeira de Santa Catarina e na ribeira do Xarrama, respectivamente. A gestão deste AH é assegurada pela Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sado.

#### E. Canais de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas e Alto Sado

O **Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas e Alto Sado** situa-se ao longo dos vales das ribeiras de Campilhas, S. Domingos, Vale Diogo e Ribeira da Ferraria ou Barranco de Monte Gato e ao longo das margens do rio Sado para montante da sua confluência com a ribeira do Roxo, no concelho de Santiago do Cacém (4.849 ha) do distrito de Setúbal e, nos concelhos de Odemira (629 ha) e Ourique (619 ha), do distrito de Beja. A água para a rega provém das albufeiras de Campilhas, Monte da Rocha, Fonte Serne, Monte Gato e Monte Miguéis. A albufeira do Monte da Rocha a partir do ano de 1992 passou também a fornecer água para o abastecimento às populações (autarquias). A gestão deste AH é assegurada pela Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado.

No caso do AH de Campilhas e Alto Sado, a área beneficiada engloba as áreas beneficiadas de Campilhas e São Domingos (1.842 ha), Alto Sado (3.713 ha), Fonte Serne (408 ha) e Monte Gato e Miguéis (134 ha), integradas na gestão do Aproveitamento Hidroagrícola em 1990.

No Quadro 2.1.42 é feita uma caracterização de cada um dos Aproveitamentos Hidroagrícolas. Essa caracterização contempla:

- O número de beneficiários (dados de 2007);
- A área beneficiada – área total e área incluída na RH6;
- A área regada (dados de 2007);
- O comprimento total da rede de distribuição ( $C_{total}$ ) – não inclui as regadeiras; representa a soma das redes primária e secundária;
- O comprimento das redes primária e secundária;
- As culturas predominantes (dados de 2007).

Quadro 2.1.42 – Caracterização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH) identificados provisoriamente como massas de água artificiais

AH	Número de beneficiários em 2007	Área total beneficiada (ha)	Área beneficiada incluída na RH6 (ha)	Área regada em 2007 (ha)	C <sub>total</sub> rede de distribuição (m)	C <sub>total</sub> da Rede Primária (m)	C <sub>total</sub> da Rede Secundária (m)	Culturas predominantes em 2007
Mira	4.136	12.000	10.670	4.856	598.182	96.230	501.952	Prados e forragens (33,46 %) Milho híbrido (30,36 %)
Odivelas	527	6.381	6.381	4.621	287.124	62.040	225.084	Olival (44,7 %) Milho (11,72 %)
Roxo	126	5.040	5.040	1.568	51.148	33.152	17.996	Prados e Forragens (36,79 %) Milho (24,18 %) Arroz (15,20 %)
Vale do Sado	509	6.171	6.171	5.668	186.814	165.452	21.362	Arroz (95,7 %) Sorgo (2,71 %)
Campilhas e Alto Sado	166	6.097	6.063	2.976	284.560	119.840	164.720	Arroz (40,15 %) Milho (23,66 %)

Fontes: AGROGES; Associações de Regantes; Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

#### 2.1.6.4. Revisão e Designação das Massas de Água Artificiais no âmbito do Artigo 13.º da DQA

Os regadios provisoriamente considerados como massas de água artificiais, no âmbito do artigo 5.º, correspondem a regadios colectivos de iniciativa estatal (Regadios IDRHA). No âmbito da revisão das massas de água artificiais foi feito o levantamento dos novos Perímetros de Rega em exploração na RH6 e dos Perímetros de Rega em projecto, com recurso à informação disponibilizada pelas seguintes entidades:

- Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) – informação disponível sobre os regadios e aproveitamentos hidroagrícolas em projecto e em exploração (e que não tenham sido contemplados no âmbito da identificação provisória);
- Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva (EDIA, S.A.) – informação respeitante ao desenvolvimento do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA), regulamentado pelo Decreto-Lei n.º 42/2007 de 22 de Fevereiro.

Este levantamento de informação permitiu considerar, para o processo de revisão das massas de água artificiais, o desenvolvimento do Perímetro de Rega Global do **Alqueva**, pertencente ao Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA), com áreas afectas à RH6.

O Perímetro de Rega Global do Alqueva divide-se em três subsistemas, de acordo com as diferentes origens de água:

- o **subsistema de Alqueva**, com origem de água na albufeira de Alqueva: beneficia as áreas a Oeste de Beja e do Centro Alentejo;
- o **subsistema de Pedrógão**, com origem de água na albufeira de Pedrógão: beneficia as áreas a Este de Beja até ao rio Guadiana;
- o **subsistema do Ardila**, com origem de água, igualmente, na albufeira de Pedrógão: beneficia as áreas da margem esquerda do Guadiana nos concelhos de Moura e Serpa. Sistema de Adução Alqueva.

Assim, no processo de revisão das massas de água artificiais foram consideradas as infra-estruturas existentes, com configuração em canal (com superfície de escoamento livre) e com mais de 0,5 km de comprimento. De acordo com as infra-estruturas do EFMA existentes, apresentam-se, no Quadro 2.1.43, os canais de rega a considerar no processo de revisão das massas de água artificiais, caracterizados através:

- Nome;
- Sub-sistema do EFMA a que pertencem;

- Comprimento total (em km);
- Comprimento do canal em superfície de escoamento livre (km);
- Coordenadas (X:Y) no sistema ETRS89.

Quadro 2.1.43 – Canais de Rega a considerar no processo de revisão das massas de água artificiais  
(Artigo 13.º da DQA)

Nome	Sub-sistema (EFMA)	Comprimento total (km)	Comprimento em superfície livre (km)	Coordenadas (ETRS89)	
				X	Y
Canal de Ligação Loureiro-Alvito	Alqueva	11,2	11,2	30029,4729	-148447
Canal Roxo	Alqueva	15,6	15,6	-1338,4718	-190451
Canal de Ligação Alvito/Pisão	Alqueva	35,5	35,5	20105,3690	-164111
Canal de adução Infra-estrutura 12	Alqueva	17,1	17,1	-4054,0189	-175788

Fontes: EDIA; DGADR

As massas de água referidas acima são apresentadas na Figura 2.1.38.

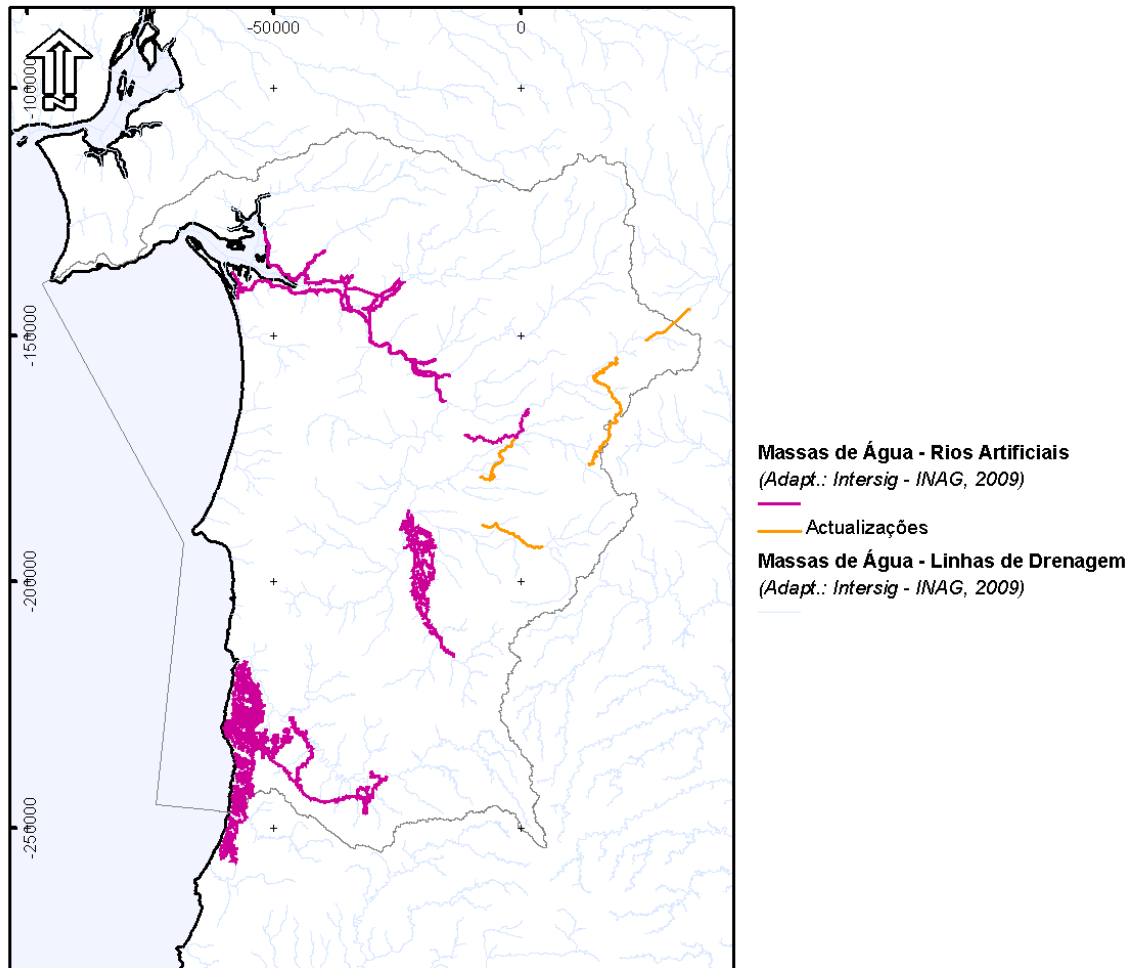


Figura 2.1.38 – Massas de água artificiais (no âmbito do artigo 13.º da DQA)

Relativamente aos Regadios Particulares, a informação disponível é bastante escassa. No entanto, os pequenos regadios individuais do Alentejo (PRIA) representam actualmente uma área bastante superior aos regadios colectivos estatais, sendo alimentados a partir de fontes de água privadas (barragens, charcas e/ou furos) (Pinheiro e Oliveira, 2007). O Centro Operativo de Tecnologia de Regadio (COTR) procedeu ao levantamento dos Pequenos Regadios Individuais do Alentejo – Projecto SIGIRA – tendo procedido à caracterização dos métodos de rega, das culturas regadas, das áreas regadas por freguesia e dos volumes de rega. Assim, a primeira parte do Projecto SIGIRA procedeu ao inventário dos regadios nos distritos de Évora, Beja e Setúbal (dados de 2003). De acordo com a informação disponível, determinou-se uma área do PRIA de 12.880 ha na Bacia Hidrográfica do Sado e 275 ha na Bacia Hidrográfica do Mira, correspondente à exploração de 1 027 parcelas (Oliveira *et al.*, 2005). Face aos constrangimentos no que diz respeito à tipologia das redes de rega destes regadios individuais e à consulta de informação

geográfica associada, estes não foram tidos em conta no processo de revisão das massas de água artificiais.

#### 2.1.6.5. Critérios para a Identificação Provisória das Massas de Água Fortemente Modificadas

De acordo com o disposto no ponto 9 do artigo 2.º da DQA, uma massa de água fortemente modificada corresponde a uma massa de água que, em resultado de alterações físicas derivadas da actividade humana, adquiriu um carácter substancialmente diferente.

De acordo com o documento-guia (WFD CIS, 2003c) a identificação de uma massa de água como fortemente modificada considera:

- A existência de alterações hidromorfológicas significativas derivadas de alterações físicas;
- A impossibilidade dessas massas de água de atingir o bom estado ecológico;
- A existência de alterações substanciais do carácter natural do ecossistema original, devido a alterações físicas derivadas da actividade humana.

No que diz respeito à existência de alterações hidromorfológicas significativas, foi feito um levantamento, no âmbito do Artigo 5.º, das pressões e dos impactes sobre as massas de água, através da descrição:

- Dos usos específicos das massas de água (navegação, irrigação, drenagem de terrenos, etc.);
- Das pressões antropogénicas significativas resultantes desses usos, em particular as alterações físicas (na morfologia e hidrologia); e
- Dos impactes significativos dessas pressões na hidromorfologia, utilizando os elementos descritos na DQA (continuidade do rio, regime hidrológico, condições morfológicas, regime de marés, etc.).

A impossibilidade de alcançar o objectivo ambiental de “bom estado ecológico” foi avaliada através da informação relativa às pressões e impactes e informação respeitante aos elementos de qualidade ecológica e química existente. Uma vez que o processo de definição do “bom estado ecológico” não estava concluído aquando do processo de identificação das massas de água fortemente modificadas, foi utilizada a informação existente, nomeadamente dados físico-químicos e hidromorfológicos.

Por fim, a existência de alterações substanciais do carácter natural do ecossistema original devido a alterações físicas derivadas da actividade humana, é também considerada na definição de massas de água

fortemente modificadas. Para detectar alterações substanciais do carácter, estas devem ser bastante óbvias e profundas, uma vez que envolvem tipicamente alterações consideráveis na hidrologia e morfologia da massa de água, e também permanentes.

Assim, para uma massa de água ser identificada provisoriamente como fortemente modificada, devem aplicar-se os seguintes **critérios**:

- a impossibilidade de alcançar o bom estado ecológico deve-se a alterações físicas das características hidromorfológicas da massa de água e não a outro tipo de impactes;
  - o carácter natural da massa de água deve encontrar-se substancialmente alterado;
- as alterações substanciais no carácter natural da massa de água devem resultar de usos específicos.

No Quadro 2.1.44 apresentam-se as principais pressões (alterações físicas) e os impactes resultantes na hidromorfologia e biologia.

Quadro 2.1.44 – Resumo das alterações físicas (pressões) e impactes (na hidromorfologia e biologia) resultantes dos usos específicos das massas de água

Usos específicos	Navegação	Protecção contra cheias	Produção de energia	Agricultura Floresta	Exploração de minérios	Aquicultura	Abastecimento de água	Recreação	Urbanização
<b>Alterações físicas (pressões)</b>									
Açudes e barragens	x	x	x	x			x	x	
Manutenção de canais/dragagens/ remoção de materiais	x	x	x	x				x	
Canais de navegação	x								
Estreitamento de canais	x	x	x	x			x		x
Reforço, protecção e/ou estabilização de margens	x	x	x	x			x		x
Drenagem de terrenos				x					x
Apropriação de terrenos				x					x
Criação de refluxos através da construção de diques e taludes	x							x	x
<b>Impactes nos elementos de qualidade hidromorfológica</b>									
Alteração da configuração e do substrato das margens	x	x	x	x				x	x
Interrupção da continuidade do rio e do	x	x	x	x			x	x	

Usos específicos	Navegação	Protecção contra cheias	Produção de energia	Agricultura Floresta Exploração de minérios Aquicultura	Abastecimento de água	Recreação	Urbanização
transporte de sedimentos							
Mudanças no perfil do rio	x	x	x	x			x
Destacamento de lagos de meandros/zonas húmidas	x	x	x	x	x		x
Restrição/Perda de planícies de inundação/aluviais		x	x				x
Redução de caudais			x	x	x		
Artificialização do regime de descargas		x	x	x	x		
Variações no nível dos sistemas aquíferos			x	x			x
Erosão do solo	x		x	x			x
Perda do gradiente salino e de elementos característicos estuarinos	x	x		x	x		
<b>Impactes nos elementos de qualidade biológica</b>							
Afectação directa de fauna/flora	x		x			x	
Redução ou afectação de habitats	x	x	x	x		x	x
Afectação da migração de peixes	x	x	x	x	x		
Destruição do <i>continuum</i> ecológico	x	x		x		x	x

Fonte: Adaptado de WFD CIS (2003c)

O processo de identificação foi desenvolvido separadamente para as águas interiores (albufeiras e troços de jusante) e para as águas de transição e costeiras, uma vez que a delimitação de massas de água seguiu também um procedimento diferente. Os resultados obtidos nestes processos foram posteriormente compatibilizados.

A identificação provisória de massas de água fortemente modificadas foi feita a partir das alterações hidromorfológicas significativas, da alteração substancial do seu carácter devido a alterações físicas e dos usos das albufeiras previstos no artigo 4.º, uma vez que a definição do bom estado ecológico encontrava-se em desenvolvimento.

Baseada nos critérios expostos anteriormente e no processo iterativo definido no documento-guia, a identificação das massas de água fortemente modificadas considerou, pela seguinte ordem:

- as albufeiras (com usos considerados no artigo 4.º da DQA) com uma área inundada superior a 0,5 km<sup>2</sup>. Este limite foi alargado posteriormente para 0,4 km<sup>2</sup>, no âmbito dos estudos em



curso para definição do máximo potencial ecológico para albufeiras, para consolidar numericamente os tipos obtidos, uma vez que o grupo das albufeiras de pequena dimensão era constituído inicialmente, por um grupo com um número de massas de água insuficiente e pouco representativo;

- as albufeiras com captação para a produção de água para consumo humano com área inundada inferior a 0,4 km<sup>2</sup>, sendo a sua constituição como massa de água individual decidida com base no seu impacto e percentagem de afectação da massa de água em que se insere;
- os troços de rio a jusante de barragens, com alterações hidromorfológicas significativas;
- os troços de rio urbanizados;
- os canais de navegação e portos.

Metodologicamente, a identificação destas massas de água foi feita da seguinte forma:

- as massas de água definidas por barragens e açudes foram identificadas tendo por base a Carta Militar de Portugal (Série M888; escala 1:25.000). Sempre que os limites das albufeiras da Carta Militar correspondiam ao visualizado nos ortofotos de 95 e nas imagens de satélite de 2003, foram esses os limites utilizados. Nos casos em que havia diferenças foi feita a digitalização sobre as imagens raster;
- as massas de água correspondentes a troços de rio a jusante de barragens com área superior a 0,4 km<sup>2</sup> foram identificadas considerando os troços de rio com redução ou alteração significativa do escoamento afluente a esses locais, com base nos dados hidrológicos existentes no Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH), nomeadamente nas curvas de duração de caudais e no caudal modular efectuadas a partir de dados de estações hidrométricas ou de albufeiras. Na ausência de dados hidrológicos, a identificação dos troços a jusante foi feita com base nos seguintes critérios: (1) Comprimento da massa de água superior a 2 km; (2) Massa de água com uma só tipologia; (3) Confluência de uma linha de água com área de bacia média; (4) Massa de água de aproveitamentos hidráulicos complexos; (5) Inexistência de medidas mitigadoras na barragem de montante (caudal ecológico e escadas de peixes). Em complemento a estes critérios, foi decidido, em alguns casos, e tendo em conta a análise pericial, prolongar os referidos troços de jusante;
- as massas de água correspondentes a troços de rio a jusante de barragens com área inferior a 0,4 km<sup>2</sup> e com captação para a produção de água para consumo humano foram identificadas com base numa análise de impactos, nomeadamente no que se refere à redução do escoamento e potenciais alterações morfológicas;

- as massas de água correspondentes a troços de rio urbanizados foram definidas com base no conhecimento pericial de planos de regularização e de casos de controlo de cheias;
- as massas de água correspondentes a canais de navegação e portos (águas de transição e costeiras) foram identificadas a partir da delimitação das massas de água de transição e costeiras, tendo sido identificado o grau de alteração morfológica para cada uma das massas de água, com utilização de informação geográfica digital, nomeadamente cobertura nacional de Ortofotomapas.

### 2.1.6.6. Caracterização das Massas de Água Fortemente Modificadas Identificadas no Âmbito do Artigo 5.º da DQA – Albufeiras e Açudes

No “Relatório Síntese” produzido pelo INAG foram identificadas provisoriamente no território continental 203 massas de água fortemente modificadas, dos quais 97 são albufeiras e açudes (INAG, 2005). Do total das massas de água fortemente modificadas identificadas, foram 19 as massas de água correspondentes a albufeiras identificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira.

Assim, as albufeiras provisoriamente identificadas no âmbito do artigo 5.º da DQA são as constantes do Quadro 2.1.45 e da Figura 2.1.39.

Quadro 2.1.45 – Albufeiras/Açudes identificadas como fortemente modificadas no âmbito do Artigo 5.º

<b>Albufeiras/Açudes (Artigo 5º da DQA)</b>
A. Albufeira do Alvito
B. Albufeira de Campilhas
C. Albufeira do Daroeira
D. Albufeira de Fonte Serne
E. Albufeira da Herdade de Vale da Lameira
F. Albufeira do Monte da Rocha
G. Albufeira do Morgavel
H. Albufeira de Odivelas
I. Albufeira do Pego do Altar
J. Albufeira da Rasquinha
K. Albufeira do Roxo
L. Albufeira de Santa Clara
M. Albufeira de S. Brissos I
N. Albufeira da Tourega
O. Açude de Vale Coelheiros
P. Albufeira de Vale da Arca 2

**Albufeiras/Açudes (Artigo 5º da DQA)**

- Q. Açude de Vale das Bicas
- R. Albufeira de Venda Nova (Sado)
- S. Albufeira de Trigo de Morais – Vale do Gaio

Fonte: INAG (2005)

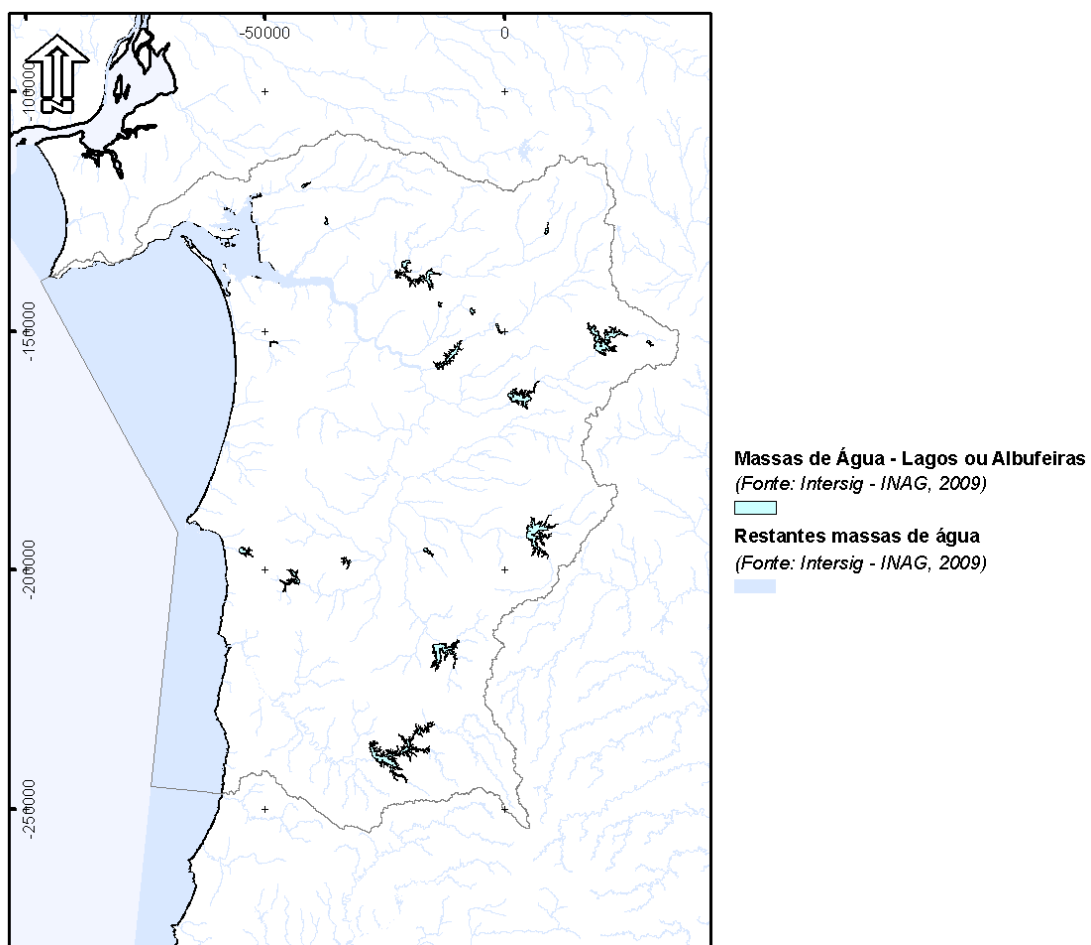


Figura 2.1.39 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas – albufeiras e açudes – na RH6

Para a caracterização das várias massas de água – albufeiras e açudes – identificadas provisoriamente como fortemente modificadas utilizaram-se várias fontes de informação, a saber:

- Cadastro de Infra-estruturas (Cadinfes), actualizado com uma base de dados de infra-estruturas hidráulicas disponibilizado pela ARH do Alentejo em Março de 2010. As

informações constantes do Cadastro de Infra-estruturas e da base de dados de infra-estruturas hidráulicas foram validadas através de ortofotomapas;

- Planos de Bacia (Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, Plano de Bacia Hidrográfica do Mira);
- Estudos de base existentes em diversas entidades (o Instituto da Água, I.P. (INAG), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo e a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, EDIA, S.A., entre outros);
- Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens;
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH);
- Gestor de informação geográfica de recursos hídricos da responsabilidade do INAG (InterSIG);
- Contratos de Concessão relativos à Utilização dos Recursos Hídricos, nomeadamente o Contrato de Concessão relativo à Utilização dos Recursos Hídricos para Captação de Águas Superficiais Destinadas ao Abastecimento Público e à Produção de Energia Hidroeléctrica no rio Sado e Albufeira de Morgavel – Contrato de Concessão n.º 1/CSP/SD/2009.

Seguidamente é feita uma pequena descrição de cada uma das massas de água:

#### A. Albufeira do Alvito

A Albufeira do Alvito é uma massa de água que se enquadra na tipologia “Albufeiras do Sul”, estando situada nos concelhos de Cuba, Portel, Viana do Alentejo e Vidigueira. Com o código PTO6SAD1273, esta massa de água está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Odivelas. Com entrada em funcionamento no final da década de 70 (Séc. XX), esta albufeira possui uma área inundada de 14,8 km<sup>2</sup> ao nível pleno de armazenamento (NPA).

Integrada actualmente no empreendimento de fins múltiplos do Alqueva (EFMA), a Albufeira do Alvito está ligada à Albufeira do Loureiro (através do troço de ligação Loureiro-Alvito), sendo utilizada quer para rega, quer para abastecimento doméstico. De facto, esta massa de água constitui uma zona designada para a protecção de água destinada à produção de água para consumo humano, ao mesmo tempo que está incluída na zona protegida da Ribeira de Odivelas, designada para a protecção de espécies piscícolas. A Barragem do Alvito não possui qualquer dispositivo de transposição da ictiofauna.

#### B. Albufeira de Campilhas

A Albufeira de Campilhas, identificada com o código PTO6SAD1345, inclui-se no tipo “Albufeiras do Sul” e está situada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Campilhas. A Barragem de Campilhas está situada na freguesia de São Domingos, concelho de Santiago do Cacém, distrito de Setúbal, sendo

explorada pela Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado. Com entrada em funcionamento em 1954, esta albufeira possui uma área inundada de cerca de 3 km<sup>2</sup> ao NPA. A água é utilizada sobretudo para rega, embora também sirva outras finalidades, como a defesa contra cheias e a produção de energia. A barragem não possui qualquer dispositivo de transposição da ictiofauna. No que diz respeito a zonas protegidas, esta massa de água encontra-se integrada na zona protegida da Ribeira de Campilhas, designada para a protecção de espécies piscícolas.

#### C. Albufeira de Daroeira

A Albufeira da Daroeira é uma albufeira particular situada no concelho de Santiago do Cacém (Distrito de Setúbal), na Herdade da Daroeira. Identificada com o código PTO6SAD1335, esta massa de água enquadra-se na tipologia “Albufeiras do Sul” e está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira da Messejana ou do Álamo. Com entrada em funcionamento em 1953, esta albufeira possui uma área inundada de 1,05 km<sup>2</sup> ao NPA. A Sociedade Agrícola da Quinta da Freiria, S. A., é a entidade responsável pela exploração desta Albufeira, cuja água é utilizada para o regadio e também para fins recreativos. A Barragem da Daroeira não contempla passagens para peixes.

#### D. Albufeira de Fonte Serne

A Albufeira de Fonte Serne é uma massa de água que se enquadra na tipologia “Albufeiras do Sul”. Com o código PTO6SAD1340, esta massa de água está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Vale Diogo, sendo explorada pela Associação de Regante e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado. Com entrada em funcionamento em 1977, esta albufeira possui uma área inundada ao NPA de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>. A Barragem de Fonte Serne está situada na povoação de Fonte Serne, freguesia de S. Domingos da Serra, no concelho de Santiago do Cacém, distrito de Setúbal. O dimensionamento da barragem foi efectuado com o objectivo de permitir a regularização de cheias e garantir a irrigação de cerca de 305 ha. A Barragem não possui qualquer dispositivo de transposição da ictiofauna.

#### E. Albufeira da Herdade do Vale da Lameira

A Albufeira da Herdade do Vale da Lameira é uma albufeira particular que se encontra situada na Herdade do Vale da Lameira, freguesia de Alcáçovas, concelho de Viana do Alentejo. A principal finalidade desta barragem é o fornecimento de água para rega. Identificada com o código PTO6SAD1250, esta albufeira está localizada na Ribeira da Ursa, na Bacia Hidrográfica do Sado e constitui uma massa de água integrada na Tipologia “Albufeiras do Sul”. A barragem não contempla passagens para peixes.

#### F. Albufeira do Monte da Rocha

A Albufeira do Monte da Rocha é uma massa de água que se enquadra na tipologia “Albufeiras do Sul”. Com o código PTO6SAD1361, esta massa de água está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, no Rio Sado, sendo explorada pela Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado. Com entrada em funcionamento em 1972, esta albufeira possui uma área inundada de 11 km<sup>2</sup> ao NPA.

Esta albufeira permite a regularização dos caudais do rio Sado, sendo utilizada também para rega e para o abastecimento de água. De facto, esta massa de água constitui uma zona designada para a protecção de águas destinadas à produção de água para consumo humano, de acordo com os requisitos da DQA, estando também integrada na zona protegida do Rio Sado, designada para a protecção de espécies piscícolas. A Barragem do Monte da Rocha, situada no local de Panóias, freguesia de Ourique, no concelho de Ourique, distrito de Beja, não contempla qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### G. Albufeira de Morgavel

A Albufeira de Morgavel, identificada com o código PTO6SUL1645, inclui-se no tipo “Albufeiras do Sul” e está situada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Morgavel, a 3 km da foz da Ribeira. A barragem com o mesmo nome situa-se na freguesia de Sines, concelho de Sines, distrito de Setúbal e tem como responsável pela sua exploração o INAG. Com entrada em funcionamento no início dos anos 80 (séc. XX), esta albufeira possui uma área inundada de 3,4 km<sup>2</sup> ao NPA. A barragem não possui qualquer dispositivo de passagem para peixes. A Albufeira de Morgavel constitui uma zona designada para a protecção de águas destinadas à produção de água para consumo humano.

#### H. Albufeira de Odivelas

A Albufeira de Odivelas é uma massa de água que se enquadra na tipologia “Albufeiras do Sul”. Com o código PTO6SAD1290, esta massa de água está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Odivelas, sendo explorada pela Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas para regadio. A Barragem de Odivelas situa-se na freguesia de Odivelas, concelho de Ferreira do Alentejo, distrito de Beja, junto da povoação de Odivelas, e não possui qualquer dispositivo de transposição para peixes. Com entrada em funcionamento no início dos anos 70 (Séc. XX), esta albufeira possui uma área inundada de cerca de 10 km<sup>2</sup> ao NPA. Esta massa de água inclui-se na zona protegida da Ribeira de Odivelas, designada para a protecção de espécies piscícolas.

#### I. Albufeira do Pêgo do Altar

A Albufeira do Pêgo do Altar constitui uma massa de água do tipo “Albufeiras do Sul”, identificada com o código PTO6SAD1235 e que está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Alcáçovas. A Barragem situa-se na povoação de Santa Susana, no concelho de Alcácer do Sal, distrito de Setúbal, sendo explorada pela Associação de Regantes e Beneficiários de Vale do Sado. A água da albufeira é utilizada para rega e para a produção de electricidade. No que concerne à rega, a barragem de Pêgo do Altar está incluída no Plano de Rega do Vale do Sado que integra, para além desta, a barragem de Vale do Gaio.

Esta albufeira possui uma área inundada de aproximadamente 7 km<sup>2</sup> ao NPA, estando incluída na zona protegida da Rede Natura 2000 – SIC Cabrela – e constitui também uma zona protegida devido à utilização das suas águas como águas balneares. A Barragem de Pêgo do Altar não possui qualquer dispositivo de transposição para peixes.

#### J. Albufeira da Rasquinha

A Albufeira da Rasquinha, do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTO6SAD1265 e localiza-se na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira de Balsa. É uma albufeira particular, que fornece água principalmente para rega. A Barragem da Rasquinha, situada na freguesia de Santana, Concelho de Portel, Distrito de Évora, não possui qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### K. Albufeira do Roxo

A Albufeira do Roxo, identificada com o código PTO6SAD1331, inclui-se no tipo “Albufeiras do Sul” e está situada na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira do Roxo. A Barragem do Roxo encontra-se situada junto da povoação de Ervidel, no concelho de Aljustrel, distrito de Beja e é explorada, actualmente, pela Associação de Regantes e Beneficiários do Roxo. Para além do abastecimento humano, a Albufeira do Roxo é utilizada ainda para o abastecimento da indústria e para rega. A albufeira do Roxo está integrada no empreendimento de fins múltiplos do Alqueva (EFMA), estando previsto o reforço do seu volume através da ligação Pisão-Roxo, permitindo aumentar a área a regar. Com data de construção da barragem situada entre 1963 e 1968, a Albufeira do Roxo possui uma área inundada de aproximadamente 14 km<sup>2</sup> aos 136 m (NPA).

Ao nível das zonas protegidas, a Albufeira do Roxo constitui uma zona sensível e uma zona designada para a protecção de água destinada à produção de água para consumo humano. De facto, desde 1985 a água da albufeira tem sido utilizada para o abastecimento das populações dos concelhos de Beja e Aljustrel.

Para além destas zonas protegidas, a Albufeira do Roxo inclui-se ainda na Zona Protegida da Ribeira do Roxo, designada para a protecção de espécies piscícolas. A Barragem do Roxo não possui qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### L. Albufeira de Santa Clara

A Albufeira de Santa Clara, do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTo6MIR1392 e localiza-se na Bacia Hidrográfica do Mira, no Rio Mira, sendo explorada pela Associação de Beneficiários do Mira. Com entrada em funcionamento no início da década de 70 (Séc. XX), esta albufeira possui uma área inundada de cerca de 20 km<sup>2</sup> ao NPA. A Barragem de Santa Clara situa-se próximo da localidade de Santa Clara-a-Velha, no distrito de Beja e não contempla qualquer dispositivo de passagem para peixes.

No que diz respeito aos recursos hídricos armazenados na albufeira de Santa Clara, são actualmente usados para fins múltiplos – rega, produção de electricidade, defesa contra cheias e abastecimento doméstico e industrial, mas fundamentalmente para rega, mais concretamente para a rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Mira. Deste modo, a albufeira de Santa Clara constitui uma zona protegida no que se refere à protecção de água destinada à produção de água para consumo humano, mas também no que se refere à protecção de água com vista à preservação de espécies piscícolas, estando integrada, neste âmbito, na zona protegida do Rio Mira.

#### M. Albufeira de S. Brissos I

A Albufeira de São Brissos I, do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTo6SAD1252 e localiza-se na Bacia Hidrográfica do Sado, no Rio Xarrama. É uma albufeira particular, que fornece água principalmente para rega. Com localização na Freguesia de Alcáçovas, Concelho de Viana do Alentejo, Distrito de Évora, a Barragem de São Brissos I não possui qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### N. Albufeira de Tourega

A Albufeira de Tourega é do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTo6SAD1209 e está situada na Ribeira de Valverde, na Bacia Hidrográfica do Sado. É uma albufeira particular, que fornece água principalmente para rega. A Barragem com o mesmo nome entrou em funcionamento em 1953 e está situada na Freguesia de Nossa Senhora da Tourega, no Concelho e Distrito de Évora, não possuindo qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.



#### O. Açude de Vale Coelhoiros

O Açude de Vale Coelhoiros está localizado na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira do Arroio da Pernada do Marco (Esteiro Novo). Com o código PTO6SAD1268, esta massa de água pertence à tipologia “Albufeiras do Sul” e inclui-se na zona protegida da Rede Natura 2000, o SIC Comporta/Galé. A Barragem está situada na freguesia de Grândola, concelho de Grândola, distrito de Setúbal, não possuindo qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### P. Albufeira de Vale da Arca 2

A Albufeira Vale da Arca 2 é do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTO6SAD1249 e está situada na Bacia Hidrográfica do Sado. É uma albufeira particular, que fornece água principalmente para rega e a barragem não contempla qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### Q. Açude de Vale das Bicas

O Açude de Vale das Bicas está localizado na Bacia Hidrográfica do Sado, na Ribeira da Landeira. Com o código PTO6SAD1193, esta massa de água pertence à tipologia “Albufeiras do Sul” tem como principal finalidade o fornecimento de água para rega. A Barragem está situada na Freguesia de Landeira, Concelho de Vendas Novas, Distrito de Évora, e não contempla qualquer dispositivo de transposição para a ictiofauna.

#### R. Albufeira da Venda Nova

A Albufeira de Venda Nova, do tipo “Albufeiras do Sul”, está identificada com o código de massa de água PTO6MIR1203 e localiza-se na Ribeira do Vale do Enxofral, na Bacia Hidrográfica do Sado. Tem como principal finalidade o fornecimento de água para rega. Esta massa de água está incluída na zona protegida da Rede Natura 2000, o SIC Cabrela. A Barragem de Venda Nova está situada na freguesia de Santa Maria do Castelo, no Concelho de Alcácer do Sal, no Distrito de Setúbal e não contempla qualquer dispositivo de transposição para peixes.

#### S. Albufeira de Trigo de Morais – Vale do Gaio

A Albufeira de Vale do Gaio constitui uma massa de água do tipo “Albufeiras do Sul”, identificada com o código PTO6SAD1276 e que está localizada na Bacia Hidrográfica do Sado, no Rio Xarrama. A Barragem de Vale do Gaio encontra-se localizada junto da povoação da Barrosinha, no concelho de Alcácer do Sal, distrito de Setúbal, sendo explorada pela Associação de Beneficiários do Vale do Sado. Com entrada em

funcionamento no início da década de 50 (Séc. XX), esta albufeira possui uma área inundada de cerca de 6 km<sup>2</sup> ao NPA.

Ao nível dos usos, a água desta albufeira tem como finalidades a rega (está integrada no Plano de Rega do Vale do Sado) e a produção de electricidade. Ao nível das zonas protegidas no âmbito da DQA, esta albufeira está designada como zona sensível. A barragem não contempla qualquer dispositivo de transposição para peixes.

No Quadro 2.1.46 é apresentada a seguinte informação, para cada uma das albufeiras/açudes:

- Localização:
  - Carta militar (CM);
  - Longitude (graus; minutos; segundos);
  - Latitude (graus; minutos; segundos);
- Características da Bacia Hidrográfica:
  - Linha de Água;
  - Área da Bacia de drenagem;
  - Precipitação média anual na Bacia;
  - Altitude média da Bacia;
  - Geologia dominante (% de material geológico predominantemente silicioso na bacia);
- Características da Albufeira:
  - Profundidade máxima (altura da barragem acima da fundação);
  - Altitude ao Nível de Pleno Armazenamento (NPA);
  - Tamanho (Volume ao NPA) – Correspondente ao Volume total;
  - Área inundada ao NPA;
  - Profundidade média (Volume ao NPA/Área inundada ao NPA).

A longitude, latitude, altitude (ao NPA), profundidade máxima e tamanho (volume ao NPA) constituem factores obrigatórios da DQA no que diz respeito à definição de tipologias. A profundidade média constitui um factor facultativo ao passo que os factores “área da bacia de drenagem” e “precipitação média anual na bacia” constituem factores específicos de albufeiras.

Nos casos particulares do Açude de Vale Coelheiros e Albufeira de S. Brissos I, o volume indicado na coluna correspondente ao Tamanho (volume ao NPA), assinalado com um asterisco (\*), corresponde ao volume útil e não ao volume total.

Quadro 2.1.46 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira (s.i. – sem informação)

Albufeira / Açude	CM	Longitude	Latitude	Características da Bacia Hidrográfica				Características da Albufeira				
				Linha de água	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Altitude média (m)	NPA (m)	Profundidade máxima (m)	Tamanho (dam <sup>3</sup> )	Área inundada ao NPA (m <sup>2</sup> )	Profundidade média (m)
Aç. Vale Coelheiros	537	-8° 41' 32,428"	38° 17' 44,988"	Ribeira do Arroio da Pernada do Marco (Esteiro Novo)	134,7	654	90	s.i.	30	10,51*	0,50 × 10 <sup>6</sup>	s.i.
Aç. Vale das Bicas	445	-8° 36' 49,91"	38° 35' 6,866"	Ribeira da Landeira ou Açude das Bicas ou Ribeira de Vale Macanedo	63,1	722	96	32,2	12,2	2,00 × 10 <sup>3</sup>	0,67 × 10 <sup>6</sup>	2,98
Alb. Alvito	489	-7° 54' 38,162"	38° 16' 44,371"	Ribeira de Odivelas (ou Oriola ou Alvito)	211	640	245	197,5	44	133 × 10 <sup>3</sup>	14,8 × 10 <sup>6</sup>	8,95
Alb. Campilhas	536	-8° 37' 8,519"	37° 50' 29,237"	Ribeira de Campilhas	109	729,8	155	108	35	27,2 × 10 <sup>3</sup>	3,33 × 10 <sup>6</sup>	8,17
Alb. Daroeira	528	-8° 19' 27,31"	37° 54' 20,561"	Ribeira de Messejana ou do Álamo	30,1	561	143	103	16	5,60 × 10 <sup>3</sup>	1,05 × 10 <sup>6</sup>	5,33
Alb. Fonte Serne	526	-8° 29' 50,348"	37° 52' 53,334"	Barranco de Benatelar	30	720	100	78,5	17,5	5,15 × 10 <sup>3</sup>	1,05 × 10 <sup>6</sup>	4,90

Albufeira / Açude	CM	Longitude	Latitude	Características da Bacia Hidrográfica				Características da Albufeira				
				Linha de água	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Altitude média (m)	NPA (m)	Profundidade máxima (m)	Tamanho (dam <sup>3</sup> )	Área inundada ao NPA (m <sup>2</sup> )	Profundidade média (m)
Alb. Herdade do Vale da Lameira	478	-8° 12' 53,902"	38° 21' 17,576"	Ribeira da Ursa	7,81	710	190	s.i.	11,5	3,20 × 10 <sup>3</sup>	0,60 × 10 <sup>6</sup>	5,33
Alb. Monte da Rocha	547	-8° 17' 13,393"	37° 43' 42,261"	Rio Sado	245	592	193	137	55	104 × 10 <sup>3</sup>	11,0 × 10 <sup>6</sup>	9,50
Alb. Morgavel	526	-8° 45' 40,445"	37° 53' 51,824"	Ribeira de Morgavel	24,9	743	126	68,3	52	32,5 × 10 <sup>3</sup>	3,40 × 10 <sup>6</sup>	9,56
Alb. Odivelas	498	-8° 6' 55,113"	38° 11' 5,205"	Ribeira de Odivelas	430	640	179	103	55	96,0 × 10 <sup>3</sup>	9,73 × 10 <sup>6</sup>	9,87
Alb. Pêgo do Altar	468	-8° 23' 31,25"	38° 25' 7,327"	Ribeira de Alcáçovas	743	550	196	52,3	63	94,0 × 10 <sup>3</sup>	6,55 × 10 <sup>6</sup>	14,4
Alb. Rasquinha	489	-7° 47' 26,362"	38° 17' 55,72"	Ribeira da Balsa	21,8	653	292	s.i.	s.i.	s.i.	0,43 × 10 <sup>6</sup>	s.i.
Alb. Roxo	518	-8° 4' 54,82"	37° 55' 46,578"	Ribeira do Roxo ou de Santa Vitória	351	559	177	136	49	96,3 × 10 <sup>3</sup>	13,8 × 10 <sup>6</sup>	6,99
Alb. Santa Clara	562	-8° 26' 28,662"	37° 30' 47,238"	Rio Mira	523	719	243	130	87	245 × 10 <sup>3</sup>	19,86 × 10 <sup>6</sup>	12,3

Albufeira / Açude	CM	Longitude	Latitude	Características da Bacia Hidrográfica				Características da Albufeira				
				Linha de água	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Altitude média (m)	NPA (m)	Profundidade máxima (m)	Tamanho (dam <sup>3</sup> )	Área inundada ao NPA (m <sup>2</sup> )	Profundidade média (m)
Alb. S. Brissos I	478	-8° 9' 10,649"	38° 19' 46,607"	Ribeira do Xarrama	423,8	657	221	s.i.	s.i.	100*	0,69 × 10 <sup>6</sup>	s.i.
Alb. Tourega	459	-8° 2' 8,112"	38° 29' 58,859"	Ribeira de Valverde ou de S. Matias	86,82	717	292	s.i.	s.i.	s.i.	0,60 × 10 <sup>6</sup>	s.i.
Alb. Trigo de Morais – Vale do Gaio	487	-8° 17' 43,814"	38° 14' 53,188"	Ribeira do Xarrama	509	648	120	40,5	51	63,0 × 10 <sup>3</sup>	5,50 × 10 <sup>6</sup>	11,4
Alb. Vale da Arca 2	478	38° 21' 46,354"	-8° 17' 17,119"	Ribeira de São Domingos (HMWB - Jusante B. Vale da Arca 2)	13,74	604,3	77	s.i.	s.i.	2,60 × 10 <sup>3</sup>	0,40 × 10 <sup>6</sup>	6,50
Alb. Venda Nova (Sado)	456	-8° 33' 22,886"	38° 31' 3,114"	Ribeira do Vale do Enxofral	18,12	705	79	s.i.	35	s.i.	0,40 × 10 <sup>6</sup>	s.i.

Observação:

\* Correspondente ao Volume útil

Fontes: Cadastro de Infra-estruturas (Cadinfes); Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens; Contrato de Concessão relativo à Utilização dos Recursos Hídricos para Captação de Águas Superficiais Destinadas ao Abastecimento Público e à Produção de Energia Hidroelétrica no rio Sado e Albufeira de Morgavel – Contrato de Concessão n.º 1/CSP/SD/2009; Plano de Bacia Hidrográfica do Sado; Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mira; Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH).

### 2.1.6.7. Caracterização das Massas de Água Fortemente Modificadas Identificadas no Âmbito do Artigo 5.º da DQA – Troços de Rio a Jusante

No “Relatório Síntese” produzido pelo INAG foram identificadas provisoriamente no território continental 203 massas de água fortemente modificadas, das quais 90 constituem troços de rio a jusante de barragens (INAG, 2005). Do total das massas de água fortemente modificadas identificadas, 28 massas de água correspondentes a troços de rio foram identificadas na RH6 (Quadro 2.1.47 e Figura 2.1.40).

Quadro 2.1.47 – Troços de rio a jusante de barragens identificados como massas de água fortemente modificadas no âmbito do Artigo 5.º

<b>Troços de Rio a Jusante de Barragens (Artigo 5º da DQA)</b>
A. Afluente da Rib. Vale da Ursa (Jusante B. Herdade do Vale da Lameira)
B. Rib. da Landeira (Jusante Aç. Vale das Bicas)
C. Rib. de Campilhas (Jusante Bs. Campilhas e Fonte Serne)
D. Rib. de Campilhas (Jusante B. Campilhas – <b>2 massas de água</b> )
E. Rib. de Messejana (Jusante B. Daroeira)
F. Rib. de Morgavel (Jusante B. Morgavel)
G. Rib. de Odivelas (Jusante B. Odivelas)
H. Rib. de Odivelas (Jusante B. Alvito)
I. Rib. de Oriola (Jusante B. Rasquinha)
J. Rib. de Santa Catarina de Sítimos (Jusante B. Pego do Altar)
K. Rib. de São Domingos (Jusante B. Fonte Serne)
L. Rib. de São Domingos (Jusante B. Vale da Arca 2)
M. Rib. de São Martinho (Jusante B. Venda Nova 2)
N. Rib. de Valverde (Jusante B. Tourega)
O. Rib. do Roxo (Jusante B. Roxo) – <b>2 massas de água</b>
P. Rio Mira (Jusante B. Santa Clara) – <b>2 massas de água</b>
Q. Rio Sado (Jusante Bs. Monte da Rocha e Daroeira)
R. Rio Sado (Jusante B. Monte da Rocha) – <b>2 massas de água</b>
S. Rio Sado (Jusante Bs. Campilhas Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira, Roxo e Odivelas)
T. Rio Sado (Jusante Bs. Campilhas Fonte Serne, Monte da Rocha e Daroeira)
U. Rio Sado (Jusante Bs. Campilhas Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira e Roxo)
V. Rio Xarrama (Jusante B. S. Brissos 1)
W. Rio Xarrama (Jusante B. Vale Trigo de Morais – Vale do Gaio)
Y. Vala Real (Jusante Açude Vale Coelheiros)

Fonte: INAG (2005)

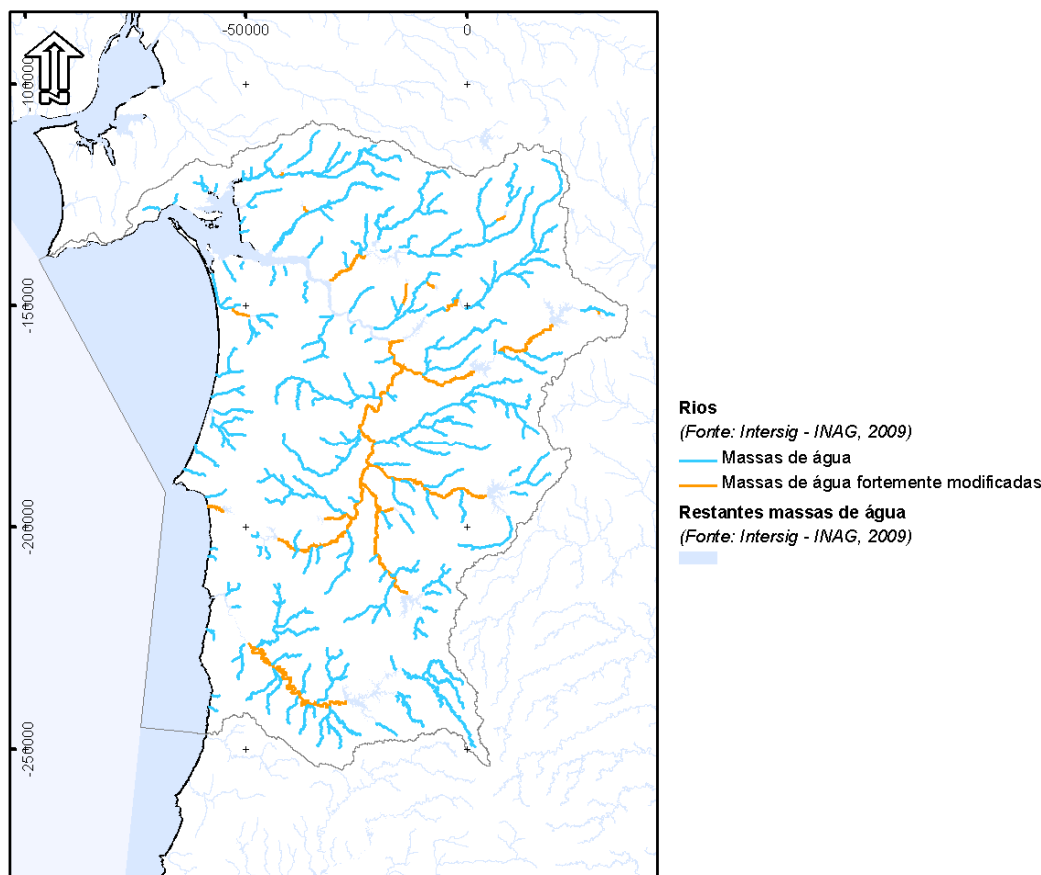


Figura 2.1.40 – Massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas – troços de rio – na RH6

De seguida passa-se a descrever, sucintamente, cada troço de rio, com base na informação disponibilizada no InterSIG:

**A. Afluente da Ribeira de Vale da Ursa (Jusante da Barragem da Herdade do Vale da Lameira)**

Esta massa de água, de código PTo6SAD1253 (X: -8199,16 Y: -145262,3), insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Com uma dimensão de aproximadamente 2,6 km, está localizada a jusante da Barragem da Herdade do Vale da Lameira.

**B. Ribeira da Landeira (Jusante do Açude de Vale das Bicas)**

Esta massa de água, de código PTo6SAD1194 (X: -41780,4 Y: -120486,25), insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Localizada a jusante do Açude de Vale das Bicas, este troço possui uma dimensão de cerca de 1,2 km.

### C. Ribeira de Campilhas (Jusante das Barragens de Campilhas e Fonte Serne)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de Campilhas a jusante das Barragens de Campilhas e Fonte Serne (PTo6SAD1321) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. É composta por dois segmentos e pertence à Zona Protegida de Ribeira de Campilhas (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico).

### D. Ribeira de Campilhas (Jusante Barragem de Campilhas – 2 massas de água)

O troço fortemente modificado da Ribeira de Campilhas a jusante da Barragem de Campilhas é composto por duas massas de água:

- uma massa de água incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (código PTo6SAD1342); esta massa de água é composta por três segmentos e pertence à Zona Protegida de Ribeira de Campilhas (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico); no total possui uma dimensão de 13,6 km;
- uma massa de água incluída na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande dimensão (código PTo6SAD1347); esta massa de água é composta por quatro segmentos e está incluída também na Zona designada para a protecção de espécies de interesse económico da Ribeira de Campilhas; no total tem um comprimento de 13,7 km.

### E. Ribeira de Messejana (Jusante da Barragem da Daroeira)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de Messejana a jusante das Barragem da Daroeira (PTo6SAD1334) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. É composta por dois segmentos, um de 3 km e outro de aproximadamente 2,4 km.

### F. Ribeira de Morgavel (Jusante Barragem de Morgavel)

Esta massa de água, de código PTo6SUL1644 (X: -56769,1 Y: -195535,38), insere-se na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande dimensão. Localizada no troço da Ribeira de Morgavel a jusante da Barragem de Morgavel, com uma dimensão de aproximadamente 4,5 km, está incluída na Zona Protegida da Costa Sudoeste (zona designada para a protecção de habitats – SIC).

### G. Ribeira de Odivelas (Jusante da Barragem de Odivelas)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de Odivelas a jusante da Barragem de Odivelas (PTo6SAD1287) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. É composta por



dois segmentos, um de cerca de 6 km e outro de aproximadamente 15,5 km, e está incluída na Zona Protegida de Ribeira de Odivelas (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico).

#### H. Ribeira de Odivelas (Jusante da Barragem do Alvito)

Esta massa de água, de código PTO6SAD1282, insere-se na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande dimensão. Localizada no troço da Ribeira de Odivelas a jusante da Barragem do Alvito, possui uma dimensão de cerca de 19 km. É composta por três segmentos e está incluída na Zona Protegida de Ribeira de Odivelas (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico).

#### I. Ribeira de Oriola (Jusante da Barragem da Rasquinha)

Esta massa de água, de código PTO6SAD1260 (X: 29888,49 Y: -151288,08), insere-se na tipologia dos Rios do Sul de Pequena Dimensão. Localizada a jusante da Barragem da Rasquinha, na Ribeira de Oriola, este troço possui uma dimensão de 1,54 km.

#### J. Ribeira de Santa Catarina de Sítimos (Jusante da Barragem Pego do Altar)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de Santa Catarina de Sítimos a jusante da Barragem de Pego do Altar (PTO6SAD1245) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. É composta por 4 segmentos, perfazendo um total de cerca de 13 km, sendo que dois desses segmentos estão incluídos na Zona Protegida da Cabrela (zona designada para a protecção de habitats - SIC).

#### K. Ribeira de São Domingos (Jusante da Barragem Fonte Serne)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de São Domingos a jusante da Barragem de Fonte Serne (PTO6SAD1341) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. É composta por dois segmentos, um de 6 km e outro de cerca de 2,4 km.

#### L. Ribeira de São Domingos (Jusante da Barragem Vale da Arca 2)

Esta massa de água, de código PTO6SAD1253 (X: -13772,3 Y: -147249,4), insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Localizada a jusante da Barragem Vale da Arca 2, na Ribeira de São Domingos, este troço possui uma dimensão de aproximadamente 5,4 km.

#### M. Ribeira de São Martinho (Jusante da Barragem Venda Nova 2)

A massa de água correspondente ao troço da Ribeira de São Martinho a jusante da Barragem Venda Nova 2 (PTO6SAD1208; coordenadas: X: -36340,8 Y: -128431,08) está incluída na tipologia dos Depósitos

Sedimentares do Tejo e Sado. Com um total de cerca de 2,1 km, esta massa de água está incluída na Zona Protegida da Cabrela (zona designada para a protecção de habitats - SIC).

#### N. Ribeira de Valverde (Jusante da Barragem Tourega)

Esta massa de água, de código PTo6SAD1212 (X: 7699,34 Y: -130300,14), insere-se na tipologia dos Rios do Sul de Pequena Dimensão. Localizada a jusante da Barragem de Tourega, na Ribeira de valverde, este troço possui uma dimensão de 2,44 km.

#### O. Ribeira do Roxo (Jusante da Barragem Roxo) – 2 massas de água

O troço fortemente modificado da Ribeira do Roxo a jusante da Barragem do Roxo é composto por duas massas de água:

- uma massa de água incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (código PTo6SAD1314); esta massa de água é composta por 6 segmentos e pertence à Zona Protegida de Ribeira do Roxo (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico); no total possui uma dimensão de 19,3 km;
- uma massa de água incluída na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande dimensão (código PTo6SAD1329); esta massa de água, composta por dois segmentos, está incluída em duas zonas protegidas: na Zona designada para a protecção de espécies de interesse económico da Ribeira do Roxo, e na Zona protegida da Albufeira do Roxo, designada para a produção de água para consumo humano; no total tem um comprimento de 16,5 km.

#### P. Rio Mira (Jusante da Barragem Santa Clara) – 2 massas de água

O troço fortemente modificado do Rio Mira a jusante da Barragem de Santa Clara é composto por duas massas de água:

- uma massa de água incluída na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande Dimensão (código PTo6SAD1375); esta massa de água é composta por dois segmentos e pertence às Zonas Protegidas do Rio Mira (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico) e da Costa Sudoeste (zona designada para a produção de habitats – SIC); no total possui uma dimensão de aproximadamente 14 km;
- uma massa de água incluída na tipologia dos Rios Montanhosos do Sul (código PTo6SAD1378); esta massa de água, composta por 10 segmentos, está incluída na Zona protegida do Rio Mira, uma das zonas designadas para a protecção de espécies de interesse económico; no total tem um comprimento de cerca de 44 km.

#### Q. Rio Sado (Jusante das Barragens Monte da Rocha e Daroeira)

A massa de água correspondente ao troço do Rio Sado a jusante das Barragens de Monte da Rocha e da Daroeira (PT06SAD1320; coordenadas: X: -21463,1 Y: -192407,71) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Com um total de 7,3 km, esta massa de água está incluída na Zona Protegida do Rio Sado (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico).

#### R. Rio Sado (Jusante da Barragem Monte da Rocha) – 2 massas de água

O troço fortemente modificado do Rio Sado a jusante da Barragem Monte da Rocha é composto por duas massas de água:

- uma massa de água incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (código PT06SAD1333); esta massa de água, de coordenadas X: -20446,4 e Y: -200170,92, pertence à Zona Protegida do Rio Sado (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico); no total possui uma dimensão de cerca 12,3 km;
- uma massa de água incluída na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande dimensão (código PT06SAD1353); esta massa de água, composta por 5 segmentos, está incluída na Zona designada para a protecção de espécies de interesse económico do Rio Sado; no total tem um comprimento de aproximadamente 15 km.

#### S. Rio Sado (Jusante das Barragens Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira, Roxo e Odivelas)

Esta massa de água, de código PT06SAD1278, insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Localizada a jusante das Barragens de Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira, Roxo e Odivelas, no Rio Sado, este troço é composto por três segmentos e encontra-se incluído na Zona Protegida do Sado (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico); no total possui uma dimensão de cerca de 8 km.

#### T. Rio Sado (Jusante das Barragens Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha e Daroeira)

A massa de água correspondente ao troço do Rio Sado a jusante das Barragens de Barragens de Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha e Daroeira (PT06SAD1313; coordenadas: X: -23552,3 Y: -187826,97) está incluída na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Com um total de cerca de 5,4 km, esta massa de água está incluída na Zona Protegida do Rio Sado (zona designada para a protecção de espécies de interesse económico).

#### U. Rio Sado (Jusante das Barragens Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira e Roxo)

Esta massa de água, de código PTO6SAD1288, insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Localizada a jusante das Barragens de Campilhas, Fonte Serne, Monte da Rocha, Daroeira e Roxo, no Rio Sado, este troço é composto por cinco segmentos e encontra-se incluído em duas zonas protegidas: no Rio Sado, na zona designada para a protecção de espécies de interesse económico e na zona designada à protecção de água para consumo humano. No total, possui uma dimensão de 35 km.

#### V. Rio Xarrama (Jusante da Barragem S. Brissos I)

A massa de água correspondente ao troço do Rio Xarrama a jusante da Barragem S. Brissos 1 (PTO6SAD1261) está incluída na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande Dimensão. Com um total de 5,6 km, esta massa de água é composta por dois segmentos.

#### W. Rio Xarrama (Jusante da Barragem Vale Trigo de Morais – Vale do Gaio)

Esta massa de água, de código PTO6SAD1279 (X: -15767 Y: -158035,62), insere-se na tipologia dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado. Localizada a jusante da Barragem Vale Trigo de Morais – Vale do Gaio, no Rio Xarrama, este troço possui uma dimensão de 3,7 km.

#### Y. Vala Real (Jusante do Açude Vale Coelhoiros)

A massa de água correspondente ao troço da Vala Real a jusante do Açude Vale Coelhoiros (PTO6SAD1259; X: -51198,2 Y: -151823,63) está incluída na tipologia Rios do Sul de Média-Grande Dimensão. Com um total de 5,0 km, esta massa de água está incluída na Zona Protegida da Comporta/Galé (zona designada para a protecção de habitats).

### 2.1.6.8. Caracterização das Massas de Água Fortemente Modificadas Identificadas no Âmbito do Artigo 5.º da DQA – Águas de Transição e Costeiras

No “Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas” produzido pelo INAG (2005) foram identificadas provisoriamente no território continental 203 massas de água fortemente modificadas, das quais 15 correspondem a massas de água de transição e 1 a uma massa de água costeira. Do total das massas de água fortemente modificadas identificadas, foram identificadas duas massas de água de transição na Região Hidrográfica do Sado e Mira. Não foram identificadas massas de água fortemente modificadas em águas costeiras.

As duas massas de água de transição fortemente modificadas identificadas (provisoriamente) na Região Hidrográfica do Sado e Mira localizam-se ambas no Estuário do Sado:

- A massa de água “Sado WB1”, com o código PTo6SAD1211, com dimensão de 10,7 km<sup>2</sup> e localizada parcialmente na área classificada Arrábida/Espichel;
- A massa de água “Sado WB3”, com o código PTo6SAD1207, com dimensão de 12,3 km<sup>2</sup>.

Estas duas massas de água – representadas na Figura 2.1.41 – são contíguas e abrangem a envolvente à cidade e ao porto de Setúbal. Neste porto desenvolvem-se actividades bastante diversificadas, distribuídas por duas áreas principais: a frente ribeirinha, onde se desenvolvem actividades relativas à pesca, recreio náutico, actividades culturais e de lazer; e a área comercial, que se estende por 11 km, onde se desenvolvem actividades ligadas ao comércio marítimo. As actividades industriais e o desenvolvimento do porto de Setúbal reclamaram áreas ao longo da parte norte do estuário, modificando as condições sedimentares.

O acesso marítimo aos terminais existentes no porto faz-se através de canais de navegação - Barra, dragado a -12 m (ZH); Norte, junto à margem direita, dando acesso aos terminais a jusante, dragado a -11 m (ZH); e Sul (acesso aos terminais a montante) - que obrigam à execução de constantes obras de dragagem.

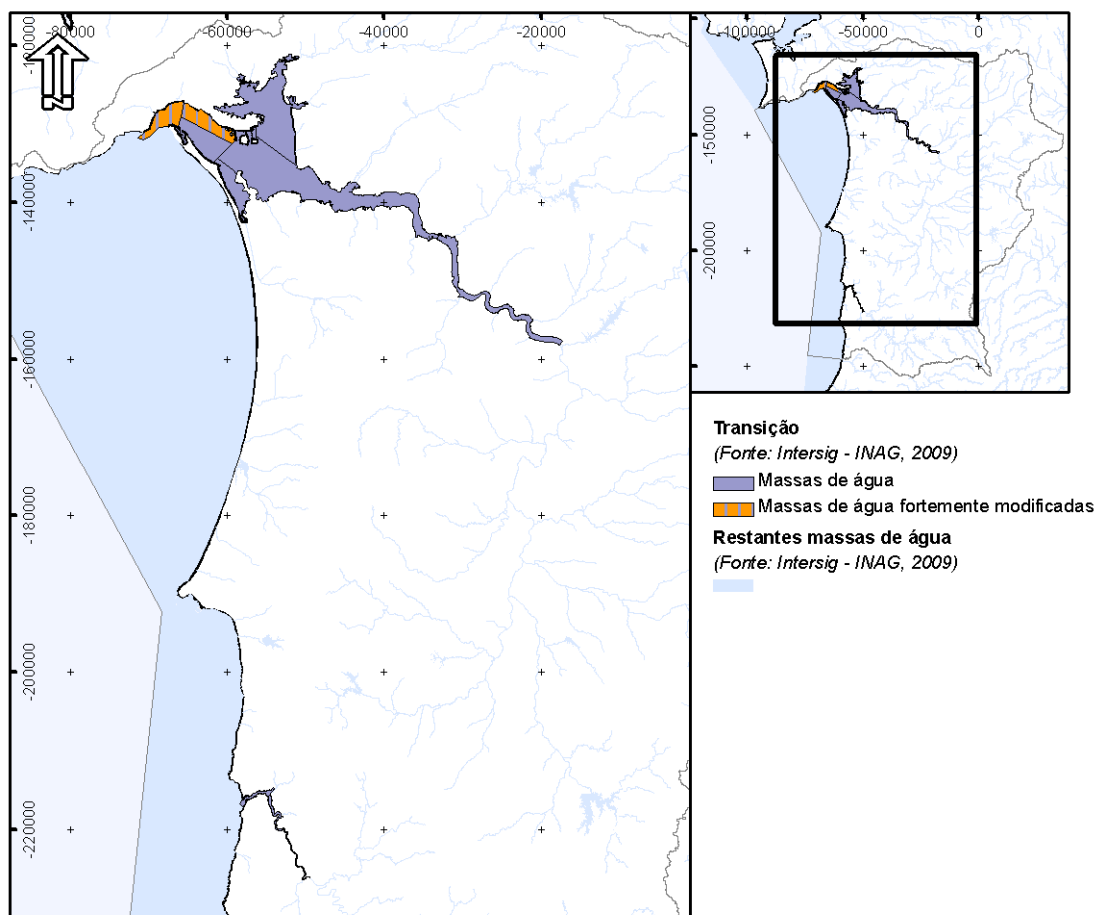


Figura 2.1.41 – Massas de água de transição identificadas provisoriamente como fortemente modificadas na RH6 (no âmbito do artigo 5.º da DQA)

Na massa de água Sado WB1 inserem-se várias infra-estruturas de apoio à pesca e à náutica de recreio: na margem norte o porto de pesca de Setúbal, cuja importância tem diminuído nos últimos anos, a doca de recreio das Fontainhas e a doca do Clube Naval Setubalense, e na margem sul a marina do Tróia Resort. Ainda nesta massa de água processa-se o serviço de transporte fluvial entre Setúbal e Tróia, existindo um cais de ferries na margem norte e um novo cais dos ferries no Tróia *Resort*.

Na margem noroeste da massa de água Sado WB1 situa-se o Parque Natural da Arrábida e o seu extremo oeste é contíguo ao Parque Marinho Luíz Saldanha. Nesta zona localiza-se também a Fábrica da Secil Oitão, um complexo fabril que integra uma das maiores fábricas de cimento existentes em Portugal.

Na margem norte da massa de água Sado WB3 localiza-se grande parte da zona industrial da Península de Setúbal. Nesta área situam-se não só diversas unidades industriais, como também estaleiros de reparação naval e vários terminais destinados à movimentação de diversos tipos de carga, como por exemplo

contentores, granéis sólidos e líquidos e *roll in-roll off*. No entanto, é de salientar que nos últimos anos o porto de Setúbal tem registado sucessivas variações negativas do número de navios que lá faz escala. Entre 2004 e 2008 essa redução foi de 18,1%, acompanhada de uma redução do volume de mercadorias em 5,5%.

As dragagens são também uma alteração morfológica presente nestas duas massas de água do estuário do Sado, uma vez que a manutenção da profundidade dos canais de navegação a isso obriga.

### 2.1.6.9. Revisão e Designação das Massas de Água Fortemente Modificadas no âmbito do Artigo 13.º da DQA – Albufeiras e Açudes

No âmbito da identificação provisória efectuada no âmbito do artigo 5.º da DQA foram reconhecidas as lacunas de informação no que diz respeito à caracterização das massas de água do tipo albufeiras/açudes, nomeadamente no caso das albufeiras particulares.

A revisão destas massas de água no âmbito do presente Plano envolveu:

- avaliação das alterações hidromorfológicas com base no conhecimento pericial e em reconhecimentos de campo;
- levantamento das novas albufeiras com área inundada superior a 0,4 km<sup>2</sup>, de acordo com o critério utilizado na identificação provisória das massas de água fortemente modificadas equiparadas à categoria lagos no âmbito do Artigo 5.º;
- levantamento das novas albufeiras destinadas ao abastecimento humano independentemente da dimensão da área inundada.

Para a identificação e caracterização das infra-estruturas hidráulicas (barragens e açudes) utilizou-se o Cadastro de Infra-estruturas (Cadinfes), actualizado com uma base de dados de infra-estruturas hidráulicas disponibilizado pela ARH do Alentejo em Março de 2010. As informações constantes do Cadastro de Infra-estruturas e da base de dados de infra-estruturas hidráulicas foram validadas através de ortofotomapas. Foram ainda consultados o Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, o Plano de Bacia Hidrográfica do Mira, dados e estudos de base existentes em diversas entidades (o Instituto da Água, I.P., a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo e a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, EDIA, S.A., entre outros) o *site* da Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens e o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos.

O levantamento das novas albufeiras com área inundada superior a 0,4 km<sup>2</sup> incluiu as albufeiras em fase inicial de exploração, como sejam as novas albufeiras integradas no Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva. No entanto, foram excluídas as albufeiras com uma idade inferior a quatro anos a partir da sua entrada em funcionamento, uma vez que na fase pós-enchimento as características biológicas e ecológicas da albufeira não se encontram ainda estabilizadas, nomeadamente propiciando a ocorrência de efeitos eutrofizacionais que podem não se verificar mais tarde e que conduziriam a uma classificação da qualidade ecológica incorrecta.

O cálculo das áreas inundadas baseou-se na delimitação das albufeiras sobre ortofotomapas (2007) disponibilizados no servidor WMS do Igeo e na utilização de ferramentas de geoprocessamento, em ambiente SIG (ESRI ArcMap 9.3.1), permitindo o cálculo automático do polígono delimitado. O recorte do polígono assumiu como limite da albufeira o enchimento da altura, visível no ortofotograma, podendo não coincidir com o limite da albufeira no seu pleno armazenamento. Assim, está representada no Quadro seguinte a albufeira em exploração, considerada no processo de revisão, de acordo com os critérios acima descritos.

Quadro 2.1.48 – Albufeira em exploração a considerar no processo de revisão das massas de água fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira

<b>Albufeiras</b>	<b>Entidade Exploradora</b>
Albufeira do Paço	Sociedade Agro-Pecuária “Herdade do Moínho”

Fontes: Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens; Cadastro de Infra-estruturas

A Albufeira do Paço (coordenadas geográficas no sistema ETRS89: X: 203761,3; Y: 117793,9) está localizada na Ribeira do Paço, afluente da Ribeira de Canhestros, na bacia hidrográfica do Rio Sado. É explorada pela Sociedade Agro-Pecuária “Herdade do Moínho” e tem como finalidade a irrigação. A Barragem do Paço não contempla passagens para peixes.

No Quadro 2.1.49 são apresentadas as características das albufeiras a considerar no processo de revisão das massas de água fortemente modificadas, a saber:

- À localização;
  - Carta militar (CM);
  - Latitude;
  - Longitude;
- Às características da Bacia Hidrográfica da Barragem;
  - Linha de Água;





- Área da Bacia;
- Precipitação média anual;
- Altitude média da Bacia;
- Às características da Albufeira;
  - Nível de Pleno Armazenamento (NPA);
  - Profundidade máxima (altura da barragem acima da fundação);
  - Tamanho (Volume ao NPA) – correspondente ao volume total;
  - Área inundada (ao NPA);
  - Profundidade média (Volume ao NPA/Área inundada ao NPA).

Agrupamento:



Quadro 2.1.49 – Características das massas de água a considerar no processo de revisão das massas de água fortemente modificadas na Região Hidrográfica do Sado e Mira (s.i. – sem informação)

Albufeira	CM	Latitude	Longitude	Bacia Hidrográfica				Características da Albufeira				
				Linha de água	Área (km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Altitude média (m)	NPA (m)	Tamanho (dam <sup>3</sup> )	Profundidade máxima (m)	Área inundada (m <sup>2</sup> )	Profundidade média (m)
Albufeira do Paço	520	38° 1' 37,2"	- 8° 5' 23,02"	Ribeira do Paço	52,34	596,1	177,5	173,0	3,44 x 10 <sup>2</sup>	15	0,40 x 10 <sup>6</sup>	0,86

Fonte: Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens

Na Figura 2.1.42 são apresentadas as massas de água “albufeiras” que serão sujeitas à classificação do estado.

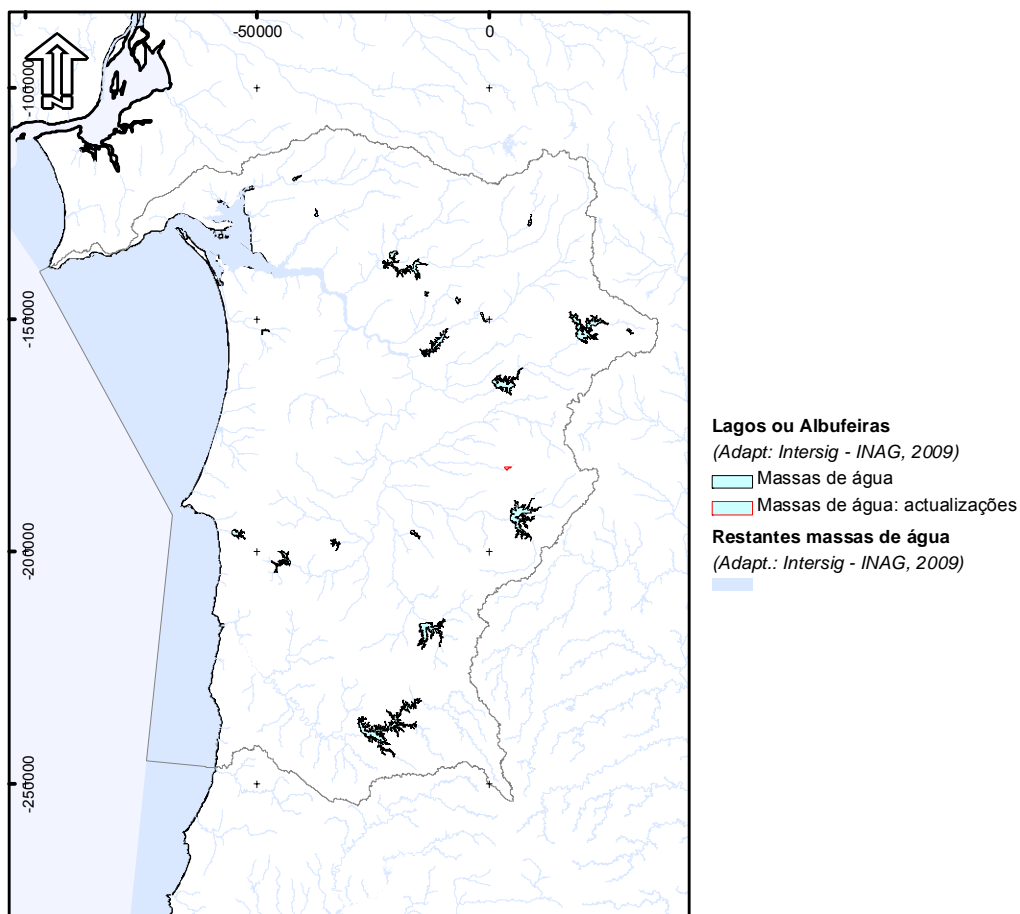


Figura 2.1.42 – Massas de água fortemente modificadas – albufeiras e açudes na RH6 (no âmbito do artigo 13.º da DQA)

No Quadro 2.1.50 são identificadas as albufeiras em fase de projecto e de construção e que, na próxima revisão das massas de água fortemente modificadas, poderão ser contempladas. Todas as albufeiras identificadas pertencem ao EFMA.

Quadro 2.1.50 – Albufeiras em fase de construção/projecto na Região Hidrográfica do Sado e Mira

Albufeiras	Situação actual	Sub-sistema (EFMA)	Entidade Exploradora	Linha de Água	Área inundada ao NPA (km <sup>2</sup> )
Albufeira do Pisão	Cheia	Alqueva	EDIA, S. A.	Ribeira do Pisão	2,02
Reservatório do Álamo	Em projecto	Alqueva	EDIA, S. A.	Ribeira do Álamo	2,62
Albufeira de Cinco Reis	Em projecto	Alqueva	EDIA, S. A.	Barranco do Curral	1,20
Albufeira de Penedrão	Em construção	Alqueva	EDIA, S. A.	afluente da Ribeira de Canhestros	0,86

Fontes: Contrato de Concessão relativo à Utilização dos Recursos Hídricos para Captação de Água destinada à Rega e à Produção de Energia Eléctrica no Sistema Primário do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva; Mapa de Infra-Estruturas do EFMA (<http://sigims.edia.pt>)

Para um possível alcance do estado natural das massas de água albufeiras teriam de ser consideradas duas acções: a eliminação das barreiras transversais e o possível restauro morfológico dos canais e suas margens. Estas acções teriam efeitos muito significativos sobre os usos associados a estas massas de água, nomeadamente a rega, a produção de energia e o abastecimento. Por outro lado, têm também de ser considerados os efeitos adversos significativos sobre o ambiente em sentido lato, uma vez que estas acções levariam ao desaparecimento de massas de água cuja funcionalidade ambiental já está perfeitamente reconhecida. Estas massas de água devem ser designadas como massas de água fortemente modificadas.

#### 2.1.6.10. Revisão e Designação das Massas de Água Fortemente Modificadas no âmbito do Artigo 13.º da DQA – Troços de Rio a Jusante de Albufeiras

No âmbito da identificação provisória efectuada no âmbito do artigo 5.º da DQA foram identificados diferentes tipos de lacunas de informação, a saber:

- falta de dados para caracterização e para a determinação das alterações hidromorfológicas dos troços de rio a jusante de barragens identificados provisoriamente como massas de água fortemente modificadas;
- falta de informação relativamente ao universo definido, ou seja, informação não recolhida até ao momento (dispersa e não sistematizada), como por exemplo obras de regularização de troços de rio contra cheias e troços urbanizados; e

- falta de informação relativamente ao estado ecológico e ao risco das massas de água não atingirem o bom estado ecológico devido a alterações na hidromorfologia.

Estas lacunas foram colmatadas, no âmbito do presente Plano, recorrendo às seguintes fontes de informação:

- dados de monitorização – foram utilizados dados da monitorização da hidromorfologia através da metodologia “River Habitat Survey”, obtidos na Campanha de monitorização levada a cabo pela ARH-Alentejo em 2009-2010;
- conhecimento pericial e reconhecimentos de campo;
- dados provenientes da comparação entre o regime hidrológico natural e o regime modificado; neste âmbito foi aplicada a seguinte metodologia: considerou-se uma escala de avaliação das alterações de regime hidrológico com base em 4 gamas – regime natural (alteração nula ou desprezível); regime hidrológico pouco alterado (1% – 20%); regime hidrológico alterado (20% – 40%); regime hidrológico muito alterado (>40%); esta metodologia, descrita no Documento-Guia n.º 3 (WFD CIS, 2002), foi escolhida depois da verificação da impossibilidade de aplicação de modelos de balanço hídrico e de geração de caudais a partir de níveis, por falta de dados disponíveis;
- dados de regularizações fluviais; para a determinação das linhas de água em que foram realizadas recorreu-se a ortofotomapas, a informação constante dos Planos de Bacia Hidrográfica do rio Sado e do rio Mira e a estudos de regularização e controlo de cheias. Consideraram-se como sendo significativas as regularizações com um comprimento total superior a 500 m;
- informação relativa ao Estado Ecológico das massas de água; essa informação foi determinada pelo Consórcio NEMUS-AGROGES-ECOSSISTEMA no âmbito do Avaliação do Estado das Massas de Água;
- dados resultantes do processo de revisão das massas de água fortemente modificadas – albufeiras e açudes; neste âmbito foram considerados os troços a jusante das novas albufeiras delimitadas com comprimento não inferior a 2 km.

Após a disponibilização de informação adicional, foram revistos todos os casos de massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas em que o grau de alteração hidromorfológica não impediu o estabelecimento do bom estado ecológico. Foram revistas também todas as situações em que o melhor conhecimento das alterações hidromorfológicas permitiu a identificação, como fortemente modificadas, de massas de água não previamente identificadas como tal.

Os resultados da revisão das massas de água “albufeiras/açudes” permitiram identificar as seguintes massas de água como fortemente modificadas:

- **Troço a jusante da Barragem do Paço** – Ribeira de Canhestros;

Para uma descrição do processo de delimitação destas massas de água ver o sub-capítulo 2.1.3.

Os resultados do levantamento das regularizações fluviais permitiu identificar o seguinte troço como fortemente modificado:

- **Ribeira do Livramento.**

No que diz respeito à metodologia de comparação entre o regime hidrológico natural e o regime modificado, foram identificados inicialmente 7 troços de rio com **regime hidrológico muito alterado**: Ribeira do Torgal (PTo6MIR1377), Ribeira de Corte Brique (PTo6MIR1386), Ribeiro do Arcão (PTo6SAD1267), Ribeira da Algalé (PTo6SAD1274), Ribeira das Soberanas (PTo6SAD1291), Ribeira de Vale do Ouro (PTo6SAD1305) e Barranco do Farrobo (PTo6SAD1327). Cruzando esta informação com a informação disponível da monitorização do estado das massas de água, foram excluídas as seguintes massas de água: Ribeira do Torgal, Ribeira de Corte Brique e Ribeira das Soberanas que, apesar das alterações da hidromorfologia, alcançam o bom estado. Seguidamente, tendo em conta a metodologia das diferenças do escoamento e o conhecimento pericial da equipa, identificaram-se as seguintes massas de água como fortemente modificadas:

- **Ribeira da Algalé** (PTo6SAD1274),
- **Ribeira de Vale do Ouro** (PTo6SAD1305)

Os novos dados da monitorização da hidromorfologia (pontuações do índice HMS) permitiram ainda a identificação das seguintes massas como fortemente modificadas: Ribeira de Melides (PTo6SUL1637), Ribeira da Cascalheira (PTo6SUL1639), Ribeira de Luzianes (PTo6MIR1385) e Ribeira do Outeiro (PTo6SAD1323). Cruzando esta informação com a informação disponível do estado das massas de água, foi excluída a massa de água Ribeira de Luzianes que, apesar das alterações da hidromorfologia, alcança o bom estado. Seguidamente, tendo em conta a monitorização da hidromorfologia, identificaram-se as seguintes massas de água como fortemente modificadas:

- **Ribeira de Melides** (PTo6SUL1637);
- **Ribeira da Cascalheira** (PTo6SUL1639),
- **Ribeira do Outeiro** (PTo6SAD1323).

No Quadro 2.1.51 são listados os novos troços de rio fortemente modificados resultantes do processo de revisão destas massas de água. Na Figura 2.1.43 apresenta-se a totalidade dos troços de rio fortemente modificados resultantes do processo de revisão.

Quadro 2.1.51 – Troços de rio fortemente modificados a considerar no processo de revisão das massas de água (Artigo 13<sup>o</sup> da DQA)

Nome	Código	Tipologia	Comprimento total (km)	Coordenadas (ETRS89)	
				X	Y
Ribeira da Algalé	PT06SAD1274	Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	35,38	-7 897,8	-142 526
Ribeira de Vale do Ouro	PT06SAD1305	Rios do Sul de Pequena Dimensão	3,14	152,4584	-176 787
Ribeira de Melides	PT06SUL1637	Rios do Sul de Pequena Dimensão	11,52	-55 040,2	-169 587
Ribeira da Cascalheira	PT06SUL1639	Rios do Sul de Pequena Dimensão	10,9	-52 723,5	-173 299
Ribeira do Outeiro	PT06SAD1323	Rios do Sul de Pequena Dimensão	20,3	14 212,88	-189 912
Ribeira de Canhestros (Troço a Jusante da Barragem do Paço)	PT06SAD1730P	Rios do Sul de Pequena Dimensão	12,7	-1 650,2486	-181 062
Ribeira do Livramento	PT06SAD1200	Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado	3,23	-65 885,1	-125 611

Fontes: EDIA; DGADR

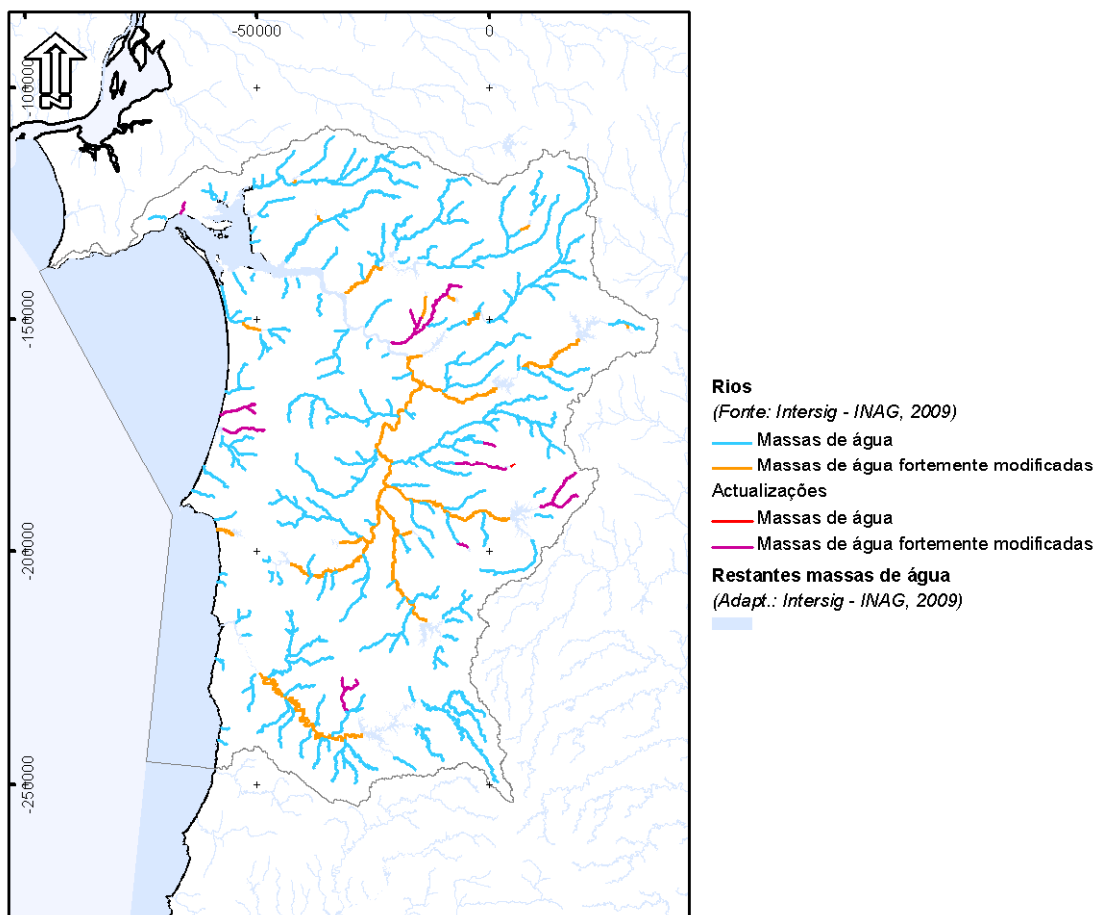


Figura 2.1.43 – Massas de água fortemente modificadas – troços de rio – na RH6 (no âmbito do artigo 13.º da DQA)

Considera-se que os troços de rio acima referidos devem ser designados como fortemente modificados, dado que não se considera viável, do ponto de vista económico, a implantação até 2015 de todas as medidas necessárias à recuperação hidromorfológica, nomeadamente no que diz respeito ao restauro do contínuo fluvial.

### 2.1.6.11. Revisão e Designação das Massas de Água Fortemente Modificadas no âmbito do Artigo 13.º da DQA – Águas de Transição e Costeiras

No caso das águas de transição e costeiras a identificação provisória das massas de água fortemente modificadas foi feita com base no grau de alteração morfológica de cada uma das massas de água, com



utilização de informação geográfica digital, nomeadamente cobertura nacional de ortofotomapas (INAG, 2005).

O processo de identificação provisória, e conseqüente designação, de massas de água fortemente modificadas é um processo iterativo, baseado numa perspectiva de análise de prioridades que pode ser retomado e alterado sempre que exista informação adicional que permita colmatar lacunas existentes.

Foram reconhecidos diversos tipos de lacunas de informação relacionadas não só com o processo de identificação, mas também com o processo de designação, que depende em grande parte da definição das condições ecológicas e da conseqüente definição do potencial ecológico.

No âmbito da identificação provisória de massas de água de transição e costeiras fortemente modificadas efectuada no âmbito do artigo 5.º da DQA foram identificados diferentes tipos de falhas de informação, como é o caso da falta de dados para caracterização das massas de água e para determinação das respectivas alterações hidromorfológicas e a falta de informação relativa ao estado ecológico e ao risco das massas de água não atingirem o bom estado ecológico devido a alterações na hidromorfologia.

Estas lacunas foram colmatadas, no âmbito do presente Plano, da seguinte forma:

- recolha, sistematização e tratamento de informação dispersa por diversas fontes;
- sempre que não existia informação que permitisse caracterizar as alterações hidromorfológicas significativas, recorreu-se à opinião pericial e reconhecimentos de campo;
- informação relativa ao Estado Ecológico das massas de água - essa informação foi determinada pelo Consórcio NEMUS-AGROGES-ECOSSISTEMA no âmbito do Avaliação do Estado das Massas de Água.

Foram revistos todos os casos de massas de água identificadas provisoriamente como fortemente modificadas em que o grau de alteração hidromorfológica não impediu o estabelecimento do bom estado ecológico e todas as situações em que o melhor conhecimento das alterações hidromorfológicas poderia conduzir à identificação, como fortemente modificadas, de massas de água não previamente identificadas como tal.

Um Estado-Membro pode decidir não avançar com o processo de designação de uma massa de água fortemente modificada em qualquer etapa e considerá-la como natural tendo esta atingido o bom estado ecológico (WFD CIS, 2003c). Por outro lado, novos dados ou informações podem revelar massas de água que não tenham sido identificadas provisoriamente como fortemente modificadas e que deve ser considerado para os testes de designação (WFD CIS, 2003c). A designação é um processo iterativo, de

modo que a cada novos planos de gestão a designação das massas de água fortemente modificadas deve ser revista.

Na Região hidrográfica do Sado e Mira foram identificadas provisoriamente duas massas de água de transição fortemente modificadas: Sado WB1 e Sado WB3. Contudo, no âmbito do Avaliação do Estado das Massas de Água verificou-se que o grau de alteração hidromorfológica não impedia o estabelecimento do bom estado ecológico, i.e. considerando a metodologia de classificação utilizada ambas as massas de água conseguiam atingir o estado bom relativamente aos elementos de qualidade biológicos analisados (fitoplâncton e outra flora aquática) e aos elementos físico-químicos.

A avaliação do estado das massas de água fortemente modificadas deve ser feita com base nos elementos de qualidade mais sensíveis às alterações físicas (WFD CIS, 2003c). Para alterações físicas lineares, tais como obras de defesa costeira, os invertebrados bentónicos e as macroalgas podem ser os indicadores mais adequados.

No caso das massas de água Sado WB1 e Sado WB3, as alterações hidromorfológicas mais significativas prendem-se com a fixação de margens, associadas à implantação de um núcleo urbano e de estruturas portuárias, e com obras de dragagem. Como tal, para uma avaliação mais robusta, os macroinvertebrados bentónicos deveriam também ter sido considerados, porém a escassez de dados disponíveis impediu essa tarefa. Tal condicionou também a avaliação do elemento de qualidade “outra flora aquática”, que foi feita apenas de uma forma qualitativa. Assim, podemos afirmar que os elementos sobre os quais as alterações hidromorfológicas verificadas nestas massas de água teriam mais influência não foram considerados na avaliação do estado.

Considerando as razões expostas, as massas de água Sado WB1 e Sado WB3, apesar de terem atingido o “bom estado ecológico”, devem continuar a ser consideradas como fortemente modificadas e não como naturais. Esta decisão fundamenta-se numa atitude precaucionista, uma vez que existe a probabilidade de, numa avaliação do estado em que sejam considerados todos os elementos de qualidade biológicos, o “bom estado ecológico” não seja atingido.

Contudo, os critérios associados “bom potencial ecológico” serem os mesmos que os associados ao “bom estado ecológico”, já que, considerando os critérios de avaliação associados ao segundo, estas massas só não atingem a classificação máxima no que diz respeito aos elementos de qualidade hidromorfológicos. Não fazia assim sentido estabelecer critérios mais tolerantes para as massas de água fortemente modificadas, já que o resultado não seria diferente.

No “Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas” produzido pelo INAG (INAG, 2005) não foram identificadas massas de água fortemente modificadas no estuário do Mira. Ainda assim, no decurso da elaboração deste plano de gestão foram revistas todas as situações em que o melhor conhecimento das alterações hidromorfológicas poderia conduzir à identificação, como fortemente modificadas, de massas de água não previamente identificadas como tal.

Contudo, após o processo de revisão nenhuma das massas de água de transição do estuário do Mira foi considerada como fortemente modificada. As alterações hidromorfológicas que foram identificadas não impediram a consecução do bom estado ecológico. O mesmo sucedeu com as massas de água costeiras da RH6: CWB-I-5 e CWB-II-5A.

Actualmente, no âmbito do projecto EEMA (Avaliação do Estado Ecológico das Massas de Água Costeiras e de Transição e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas), coordenado pelo INAG, estão a ser definidos os novos critérios de identificação das massas de água de transição e costeiras como fortemente modificadas. Tal poderá eventualmente trazer alterações ao número de massas de água identificadas como fortemente modificadas na RH6.

Relativamente às massas de água de transição, para além da artificialização das margens, há pelo menos ainda que considerar a presença e funcionamento de infra-estruturas hidráulicas, as quais têm impactos directos e indirectos no biota. Os impactos directos estão associados à interrupção das rotas de migração que conduzem ao impedimento de acesso aos locais de postura e/ou crescimento, à concentração dos indivíduos em determinados locais e a ferimentos ou mesmo mortalidade de exemplares. Os impactos indirectos estão associados à alteração dos caudais líquidos e sólidos.

No âmbito da avaliação que foi feita das pressões hidromorfológicas nas massas de água de transição (Tomo 5. “Caracterização das Pressões”, na secção 5.2.5.2. “Pressões hidromorfológicas”), verificou-se que, no caso das massas de água de transição, apenas as massas de água Sado WB1 e Sado WB3 (já identificadas como fortemente modificadas) apresentam pressões significativas. Assim, prevê-se que a identificação das massas de água de transição e costeiras fortemente modificadas na RH6 não sofrerá alterações.

Relativamente às massas de água costeiras, os critérios que estão a ser ponderados no âmbito do projecto EEMA para identificar as massas de água como fortemente modificadas incluem os impactos das zonas portuárias, marinas de recreio e obras de defesa da costa. Quanto à RH6, tanto a massa de água CWB-I-5 como a CWB-II-5A apresentam pressões hidrológicas significativas, no entanto, pensa-se que, tendo em conta a dimensão das massas de água em questão, as mesmas não são suficientes para fazer com que as massas de água sejam classificadas como fortemente modificadas.

## 2.1.7. Condições de Referência para Rios

### 2.1.7.1. Introdução

As condições de referência para cada tipo de massa de água de superfície são definidas através do estabelecimento de condições hidromorfológicas, físico-químicas e biológicas num estado excelente, ou seja, atribuídas a locais de referência sem degradação e o mais próximo possível das condições naturais ou semi-naturais. Por sua vez, estas condições abióticas e bióticas de referência são imprescindíveis para, numa fase posterior, se proceder à classificação ecológica de uma determinada massa de água pertencente a esse tipo, por comparação com aquelas condições. Todavia, estes conceitos (i.e. condições de referência, estado de excelente, locais de referência) utilizados na DQA apenas são estabelecidos para massas de água não fortemente modificadas.

No sub-capítulo 2.1.7.2 será descrita a metodologia utilizada para o estabelecimento das condições de referência para Rios no que concerne à hidromorfologia, às condições físico-químicas e às comunidades biológicas.

No sub-capítulo 2.1.7.3 serão descritas as condições de referência para as várias tipologias das massas de água da categoria Rios.

### 2.1.7.2. Metodologia

A caracterização das condições de referência que se apresentam para os tipos identificados na RH 6 incidiu em locais classificados e validados como referência e amostrados nos anos de 2004/2006 e 2009; em 2004/2006 no âmbito da implementação da DQA em Portugal, projecto coordenado pelo INAG; em 2009 no âmbito dos programas de monitorização de vigilância e operacional da responsabilidade da Administração da Região Hidrográfica do Alentejo. Uma vez que as condições de referência são estabelecidas por tipo, e os tipos são transversais às Regiões Hidrográficas, a caracterização apresentada incidiu em locais pertencentes a diferentes Regiões Hidrográficas.

Para os tipos presentes na RH6 em 2004/2006 foram analisados 28 locais de referência. Em 2009 foram amostrados mais 6 locais (i.e. 4 locais no tipo  $S_1 \leq 100 \text{ km}^2$  e 2 locais no tipo  $S_1 > 100 \text{ km}^2$ ), tendo-se consequentemente feito uma actualização das condições de referência definidas pelo INAG em 2004/2006 para os dois tipos amostrados em 2009. No Quadro 2.1.52 apresenta-se a sua distribuição por tipo e Região Hidrográfica.

Quadro 2.1.52 – Locais de referência da categoria rios amostrados em 2004/2006 e em 2009 e sua distribuição por tipo e Região Hidrográfica

Tipos	Tejo (RH5)	Sado e Mira (RH6)		Gadiana (RH7)	Ribeiras do Algarve (RH8)	Total de locais de referência
		2004/2006	2009			
Data da amostragem	2004/2006	2004/2006	2009	2004/2006	2004/2006	
Rios do Sul de Pequena Dimensão ( $S1 \leq 100$ Km <sup>2</sup> )	3	4	4	2	2	15
Rios do Sul de Média-Grande Dimensão ( $S1 \geq 100$ Km <sup>2</sup> )	-	2	2	5	-	9
Rios Montanhosos do Sul (S2)	-	-	-	2	6	8
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3)	2	-	-	-	-	2

#### A. Condições Hidromorfológicas

As condições hidromorfológicas de referência foram definidas por tipo, com base em dados compilados durante a implementação da DQA em Portugal (2004/2006), em bibliografia disponível (INAG, 2008a) e no conhecimento pericial da equipa. Sempre que necessário foram feitas deslocações ao campo para observação e medições *in loco*. Sumariamente, foi feito o enquadramento climático a nível do território de Portugal Continental no que se relaciona com as variáveis temperatura e precipitação. Referiram-se as características litológicas principais assim como o tipo de mineralização predominante (i.e. baixa, média ou elevada mineralização). Foi descrita a morfologia geral, o substrato dominante do canal, o regime hidrológico (temporário/permanente) e o caudal médio anual estimado com base nos valores de interquartil para os locais de referência. Por último descreveu-se a comunidade ripária natural em termos de estrato arbóreo e espécies dominantes.

#### B. Condições Físico-Químicas Gerais

Para os tipos identificados na RH6 fez-se uma análise descritiva de parâmetros físico-químicas de suporte – elementos gerais (i.e. Oxigénio Dissolvido, Taxa de Saturação em Oxigénio, Carência Bioquímica de Oxigénio, pH, Azoto Amoniacal, Nitratos, Fósforo Total) analisados em 2004/2006 e 2009, o que incluiu a média e desvio padrão, a mediana e o intervalo interquartil. Pretendeu-se deste modo apresentar uma

caracterização da referência físico-química, por tipo, identificando simultaneamente uma gama de variação, identificada através do intervalo interquartil.

Em locais de referência é de esperar que não existam poluentes específicos. Todavia, para os dados disponíveis, foi feito um despiste da sua existência em relação aos limites estabelecidos nas normas de qualidade ambiental definidas no Anexo B do Documento orientador do INAG (INAG, 2009). Verificou-se contudo que nunca ultrapassavam as normas de qualidade definidas, pelo que não surgem referidos na descrição das condições de referência apresentados.

### C. Condições Biológicas

A caracterização das comunidades de referência por tipo de rios baseou-se em resultados obtidos em 2004/2006 (i.e. quando da implementação da DQA em Portugal) para locais de referência, compilados e tratados pelo INAG através da aplicação da análise SIMPER (software PRIMER 6). De acordo com esta análise, para cada conjunto de locais, é fornecido o grupo de *taxa* que mais contribui para a homogeneidade global do tipo. Estes resultados foram comparados com os obtidos em 2009 (redes de monitorização de vigilância e operacional) e sempre que necessário procedeu-se a ajustamentos, efectuados com base no conhecimento de especialistas. Para os tipos Rios Montanhosos do Sul (S2) e Depósitos Sedimentares Tejo e Sado (S3), foram considerados os dados de 2004/2006 uma vez que em 2009 não foram amostrados locais de referência.

Para a fauna piscícola, a caracterização da comunidade de referência foi feita com base nas comunidades identificadas em 2004/2006 uma vez que em 2009 este elemento biológico não foi amostrado.

### 2.1.7.3. Descrição das Condições de Referência por Tipo

Neste sub-capítulo, é feita a descrição das condições hidromorfológicas, físico-químicas e biológicas de referência para cada um dos tipos de Rios presentes na RH6.

#### A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”

##### A.1. Condições Hidromorfológicas

Os Rios do Sul de Pequena Dimensão (Tipo  $S_{1 \leq 100}$ ) têm uma grande representatividade na RH6. Situam-se em zonas com temperatura média anual elevada (aproximadamente 16 °C média) e precipitação média anual baixa (cerca de 600 mm em média) (INAG, 2008a). Desenvolvem-se em baixa altitude (cerca de 160 m em média), evidenciando um caudal médio anual de 112 a 194 mm (intervalo interquartil para

situações de referência) com um regime de escoamento que varia entre um mínimo de 75 e um máximo de 194 mm.

No que se refere à litologia, esta zona é de natureza essencialmente siliciosa, apresentando algumas manchas de natureza calcária (INAG, 2008a). Em termos gerais apresentam grau de mineralização intermédio, evidenciando algumas manchas de elevada mineralização (INAG, 2008a).

Ocorrem em vales assimétricos, côncavos e encaixados. O declive longitudinal é geralmente pouco acentuado. O substrato do canal é predominantemente constituído por materiais grosseiros, cascalho, rocha, pedras e blocos. Os rios apresentam um regime hidrológico temporário, secando durante os meses quentes do ano (de Maio a Setembro/Outubro) e começando a correr com as primeiras chuvas outonais. Todavia, em período com caudal apresentam um hidrodinamismo moderadamente elevado associado a zonas de fluxo turbulento alternando com zonas de fluxo laminar. A vegetação ripícola varia, desde locais onde esta surge densa com um estrato arbóreo bem desenvolvido dominado por amieiros, freixos, salgueiros e choupos (i.e. cabeceiras da bacia do Sado), a locais onde esta surge naturalmente estreita e com escassos exemplares arbustivos como sejam os loendros e tamargueiras.

## A.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.53 apresentam-se descritores estatísticos de parâmetros físico-químicos analisados em locais de referência.

Quadro 2.1.53 – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão (n=15).

Parâmetros	Média ± DP	Mediana	Intervalo interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	9,80±2,84	9,50	7,53-12,40
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	100,41±23,57	99,00	83,55-118,60
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,861,47	1,00	0,75-3,00
pH	7,96±0,53	7,04	7,65-8,35
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,04±0,00	0,04	0,04-0,04
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	1,25±1,33	0,38	0,50-1,60
Fósforo Total (mg P/L)	0,05±0,02	0,03	0,03-0,07

De realçar os valores de CBO<sub>5</sub>, azoto amoniacal, nitratos e fósforo total, muito baixos, indicadores de reduzida contaminação orgânica, característica essencial de condições abióticas de referência. Relativamente ao azoto amoniacal verifica-se uma enorme homogeneidade na amostra analisada, com

uma média e uma mediana iguais e de concentração muito baixa, e um intervalo interquartil de zero, ou seja com os percentis 25 e 75 iguais (0,04-0,04).

### A.3. Condições Biológicas

#### A.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

Nos Rios do Sul de Pequena Dimensão observa-se uma comunidade de diatomáceas dominada por espécies de meios mais alcalinos e fortemente mineralizados, como *Planothidium frequentissimum*, *Amphora pediculus*, *Navicula gregaria*, *Cocconeis pediculus*, *Nitzschia inconspicua*, *Gomphonema pumilum*, entre outros (Morais *et al.*, 2008). De salientar que o *taxum* *Achnantheidium minutissimum* surge como espécie dominante; contudo, relativamente a este *taxa*, é de referir que corresponde a um grupo cosmopolita que engloba diferentes *taxa*, não sendo recomendável a sua utilização como espécie indicadora. Actualmente decorrem diversos estudos a nível internacional com o objectivo de diferenciar taxonomicamente este grupo. Ressalva-se que todos os *taxa* assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

No Quadro 2.1.54 apresentam-se os *taxa* indicadores de condições de referência para este tipo de rios.

Quadro 2.1.54 – Diatomáceas (espécie/variedade) indicadoras de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão

<b>Diatomáceas (espécie/variedade)</b>
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot *
<i>Karayevia oblongella</i> (Østrup) Aboal *
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow *
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot *
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg *
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.)Van Heurck *
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère *
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot *
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère var. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot *
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot *
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
<i>Navicula gregaria</i> Donkin *
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow *
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer *



### A.3.2. Invertebrados bentónicos

Os Rios do Sul de Pequena Dimensão apresentam uma grande diversidade taxonómica. A comunidade apresenta-se contudo dominada por espécies generalistas que surgem com densidades elevadas, tais como, Chironominae, Baetidae e Simuliidae (Quadro 2.1.55).

Quadro 2.1.55 – Famílias de Invertebrados bentónicos indicadoras de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão

Invertebrados bentónicos (famílias)
Chironominae
Baetidae
Leptophlebiidae
Simuliidae
Perlodidae
Limoniidae
Heptageniidae
Ceratopogonidae
Ephemerellidae
Leuctridae
Elmidae
Caenidae
Hydropsychidae

De salientar relativamente aos *taxa* mais específicos a presença de Leptophlebiidae, Perlodidae, Heptageniidae, Ephemerellidae e Elmidae, famílias geralmente associados a habitats com corrente média bem oxigenados, não tolerantes a contaminações orgânicas nem a degradações morfológicas, consequentemente considerados bons indicadores de qualidade. Os dois primeiros *taxa* são característicos de troços de cabeceiras, enquanto as famílias Ephemerellidae e Elmidae surgem com maiores densidades em troços médios de rio. Por este motivo, consideram-se estes *taxa* como específicos das condições de referência do tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão, indicando-se a presença residual das famílias Glossosomatidae, Nemouridae, Siphonuridae, Rhyacophilidae, Gomphidae e Capniidae, excelentes indicadoras de qualidade.

### A.3.3. Macrófitos

Nos locais de referência verifica-se uma grande riqueza em Macrófitos, predominando as espécies terrestres, que invadem a zona de canal devido ao grande período de estiagem a que estes rios estão sujeitos durante o período seco de Verão. As espécies herbáceas são dominadas pelas gramineas ou outras espécies de aspecto graminóides muito rústicas. Estes rios possuem elevado número de taxa

helófitos e higrófitos, no entanto o número de hidrófitos é pouco significativo. A abundância de pteridófitos é pouco expressiva, apesar de *Selaginella denticulata* evidenciar presença quase constante, nomeadamente em locais mais húmidos e sombrios.

As espécies indicadoras associadas a estes sistemas ocupam diferentes estratos. Destaca-se no estrato arbóreo *Populus nigra* e *Fraxinus angustifolia*. No estrato arbustivo evidenciam-se *Nerium oleander* e *Tamarix africana*, ecologicamente adaptadas a cursos de água com características xéricas. No estrato herbáceo surgem *Festuca ampla*, *Scirpoides holoschoenus* e *Cynodon dactylon*; a primeira espécie ocorre sob a forma de arrelvados densos, que ocupam clareiras e o subcoberto dos tamargais e loendrais; a segunda espécie é frequente onde existe deposição de sedimento; e *Cynodon dactylon* coloniza s margens e toda a área de canal, quando a água superficial seca (período estival).

No Quadro 2.1.56 assinalam-se as espécies indicadoras das condições de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão.

Quadro 2.1.56 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão

Macrófitos (espécie/nome vulgar)
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. / Freixo
<i>Salix atrocinerea</i> Brot. / Borrazeira
<i>Nerium oleander</i> L. / Loendro
<i>Tamarix africana</i> Poiret / Tamargueira
<i>Flueggea tinctoria</i> (L.) G.L. Webster / Tamujo
<i>Rubus ulmifolius</i> Scott / Silva
<i>Oenanthe crocata</i> L. / Embude
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak. / Junco
<i>Lythrum salicaria</i> L. / Salgueirinha
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. / Hortelã-brava
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult. / Braquipódio
<i>Festuca ampla</i> Hackel / Festuca
<i>Mentha pulegium</i> L. / Poejo
<i>Lythrum junceum</i> Banks et Sol. ex Russell / Erva-sapa: Salicária-dos-juncos
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. / Escalrracho
<i>Cyperus longus</i> L. / Junça
<i>Anagallis arvensis</i> L. /Morrião
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank ssp. <i>saniculifolius</i> / Ranunculo aquático
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank ssp. <i>peltatus</i> / Ranunculo aquático
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Lindb.

#### A.3.4. Fauna Piscícola

O tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão é pobre em número de espécies e diversidade específica, mesmo em locais preservados e sem degradação (i.e. locais de referência). Contribuem para isso a reduzida disponibilidade hídrica em rios de cabeceira com reduzidas dimensões de bacia ( $\leq$  a 100 km<sup>2</sup>). A espécie que surgiu com maior expressão foi *Squalius alburnoides* (Ilhéu *et al.*, 2008).

### B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”

#### B.1. Condições Hidromorfológicas

À semelhança do tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão, os Rios do Sul de Média-Grande Dimensão (Tipo S1; > 100 Km<sup>2</sup>) apresentam uma ampla distribuição na Região Hidrográfica do Sado e Mira, representando a continuidade hidrológica dos rios de pequena dimensão. Diferem dos primeiros unicamente na dimensão de área de drenagem (superior a 100 km<sup>2</sup>), apresentando características climáticas e geológicas semelhantes.

Evidenciam valores de altitude baixos (cerca de 130 m em média) e o escoamento médio anual de 125 a 250 mm (distância interquartil para locais de referência). Apresentam grau de mineralização intermédio, mas no seu limite Norte apresentam baixo grau de mineralização, existindo ainda, algumas manchas de elevada mineralização (INAG, 2008a).

Desenvolvem-se em vales assimétricos, côncavos e encaixados. O perfil longitudinal é geralmente meandrizado, apresentando um declive pouco acentuado. O substrato do canal é predominantemente constituído por materiais grosseiros, como rochas e pedras, nos troços de vales encaixados e por materiais de menor granulometria, tais como pedras, cascalho e areia, nos vales assimétricos. Na região interior com clima mais árido os rios são temporários, secando durante os meses quentes do ano (de Maio a Setembro/Outubro) e começando a correr com as primeiras chuvas outonais. Durante o período seco, sem caudal superficial, formam-se pegos que mantêm água mesmo em condições de grande estiagem, representando importantes zonas de recolonização após as primeiras chuvas outonais e o início do período com caudal.

Os rios deste tipo, situados na região mais interior são pouco hidrodinâmicos; apresentam zonas de fluxo laminar pouco profundas e zonas de deposição mais profundas sem corrente ou com corrente não aparente. Todavia, em zonas de afloramentos rochosos ou de substratos grosseiros a corrente é mais rápida formando-se zonas de rápidos. A vegetação ripícola é naturalmente escassa, constituída por espécies xerófitas arbustivas, tais como loendros e tamargueiras; nalguns troços surgem contudo, zonas com freixos dispersos ao longo das margens.

Neste tipo coexistem também rios de regime permanente durante todo o ano. Estes ocorrem preferencialmente na bacia do Rio Sado, mais litoral e com clima mediterrânico mais moderado. O substrato e o tipo de corrente são semelhantes aos que ocorrem na região mais interior. Todavia a vegetação ripícola é completamente diferente; esta surge bem desenvolvida, larga e alta constituída por espécies arbóreas onde é possível observar amieiros.

## B.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.57 apresentam-se descritores estatísticos de parâmetros físico-químicos de caracterização geral, relativos a locais de referência para o tipo Rios do Sul de Média - Grande Dimensão.

Quadro 2.1.57 – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para os Rios do Sul de Média-Grande Dimensão (n=9)

Parâmetros	Média±DP	Mediana	Intervalo interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	10,07±2,73	10,93	8,12-12,20
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	102,47±26,09	112,10	85,45-120,55 *
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,57±2,03	0,50	0,5-1,50
pH	8,54±0,73	8,63	7,76-8,05
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,04±0,02	0,03	0,03-0,05
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	0,83±0,57	0,50	0,50-1,00
Fósforo Total (mg P/L)	0,04±0,02	0,03	0,03-0,05
Observação: * - valor resultante do hidrodinamismo natural não relacionado com contaminação orgânica			

Tal como para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão, os valores estatísticos de CBO<sub>5</sub>, azoto amoniacal, nitratos e fósforo total, são baixos, indicadores de reduzida contaminação orgânica, característica essencial de condições abióticas de referência. Mais uma vez o azoto amoniacal apresenta uma variabilidade residual na amostra analisada, evidenciando concentrações vestigiais e quase constantes.

## B.3. Condições Biológicas

### B.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

A comunidade de diatomáceas nos Rios do Sul de Média-Grande Dimensão é semelhante à observada nos Rios do Sul de Pequena Dimensão uma vez que estes tipos de rios apenas se distinguem pela dimensão da área de drenagem, factor que não influencia a distribuição destes organismos. Deste modo, a descrição da comunidade de diatomáceas dos Rios do Sul de Pequena Dimensão aplica-se também a este tipo de rios (Morais *et al.*, 2008).

### B.3.2. Invertebrados bentónicos

Os Rios do Sul de Média-Grande Dimensão apresentam uma grande diversidade taxonómica ao nível das comunidades de Invertebrados. À semelhança do tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão, a comunidade apresenta-se dominada por famílias generalistas, tais como, Chironominae, Baetidae e Simuliidae (Quadro 2.1.58).

Quadro 2.1.58 – Famílias de Invertebrados bentónicos indicadores de situação de referência para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão

Invertebrados bentónicos (família)
Chironominae
Baetidae
Leptophlebiidae
Ephemerellidae
Simuliidae
Ceratopogonidae
Hydropsychidae
Elmidae
Perlodidae
Caenidae
Leuctridae

Relativamente aos *taxa* específicos, observa-se novamente a presença de Leptophlebiidae, Ephemerellidae e Perlodidae, *taxa* usualmente associados a habitats com corrente média bem oxigenados, pouco tolerantes a contaminações orgânicas e a degradação morfológicas. A família Leptophlebiidae inclui organismos dos géneros *Choroterpes* e *Thraulius*, associados a troços médios de rios. A importância de *Choroterpes* sp., um colector que se alimenta preferencialmente de matéria orgânica particulada fina, pode indiciar uma maior presença deste tipo de recurso alimentar, facto expectável para rios do Sul com maiores bacias de drenagem. O grupo Perlodidae surge maioritariamente representado pelo género *Isoperla* que apesar de ocorrer em ambientes com características mesotróficas, tende a preferir ambientes mais oligotróficos e com menor contaminação orgânica.

Como específico de locais de referência do tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão referem-se as famílias Leptophlebiidae (*Choroterpes* sp. e *Thraulius* sp), Ephemerellidae e Perlodidae (*Isoperla* sp.). Indica-se também a presença pontual das seguintes famílias indicadoras de boa qualidade: Polymitarcyidae, Heptageniidae, Nemouridae e Glossosomatidae.

Comparativamente com o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão, este tipo diferencia-se sobretudo devido à presença dos grupos Hydropsychidae e Ephemerellidae, característicos de troços médios de rio.

### B.3.3. Macrófitos

Para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão, o elenco florístico indicador é semelhante ao dos Rios do Sul de Pequena Dimensão, existindo contudo algumas diferenças. No estrato arbóreo destaca-se *Alnus glutinosa* com maior contribuição, surgindo também *Fraxinus angustifolia*, o que indica que nestas áreas a humidade do solo permanece por um período mais longo. No estrato arbustivo observam-se *Nerium oleander* e *Salix salviifolia* subsp. *australis*. No estrato herbáceo as espécies que mais contribuem para a diferenciação tipológica são *Scirpoides holoschoenus*, *Festuca ampla*, *Oenanthe crocata* e *Cynodon dactylon*.

No Quadro 2.1.59 assinalam-se as espécies indicadoras de condições de referência para tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão.

Quadro 2.1.59 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão

Macrófitos (espécie/nome vulgar)
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner / Amieiro
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. / Freixo
<i>Salix atrocinerea</i> Brot. / Borrazeira
<i>Salix salviifolia</i> Brot. subsp. <i>australis</i> / Borrazeira-branca
<i>Nerium oleander</i> L. / Loendro
<i>Tamarix africana</i> Poiret / Tamargueira
<i>Flueggea tinctoria</i> (L.) G.L. Webster / Tamujo
<i>Rubus ulmifolius</i> Scott./ Silva
<i>Oenanthe crocata</i> L. / Embude
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják / Bunho
<i>Lythrum salicaria</i> L. / Salgueirinha
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult. / Braquipódio
<i>Festuca ampla</i> Hackel / Festuca
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. / Hortelã-brava
<i>Mentha pulegium</i> L. / Poejo
<i>Cyperus longus</i> L. / Junça
<i>Lythrum junceum</i> Banks et Sol. ex Russell / Erva-sapa: Salicária-dos-juncos
<i>Anagallis arvensis</i> L. / Morrião
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. / Escalrracho

Macrófitos (espécie/nome vulgar)
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank ssp. <i>saniculifolius</i> / Ranunculo aquático
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank ssp. <i>peltatus</i> . / Ranunculo aquático
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Lindb.

#### B.3.4. Fauna Piscícola

Para este tipo, os agrupamentos piscícolas apresentam elevada percentagem de espécies endémicas assim como elevada proporção de indivíduos generalistas e litofílicos. A densidade, riqueza e diversidade específicas, são relativamente elevadas. A espécie indicadora para o tipo Sul de Média-Grande Dimensão é *Squalius alburnoides*, que domina em ocorrência e abundância (Ilhéu *et al.*, 2008).

#### C. Tipo “Rios Montanhosos do Sul”

##### C.1. Condições Hidromorfológicas

Os Rios Montanhosos do Sul (Tipo S 2) têm uma distribuição restrita, estando limitados às regiões de maior altitude, correspondentes especificamente na RH6 à encosta norte da Serra de Monchique e a pequenas bacias de cabeceira na bacia do rio Mira. Estes rios encontram-se em zonas com temperaturas médias anuais mais baixas (cerca de 15 °C em média) e precipitações médias anuais um pouco mais elevadas (cerca de 740 mm em média). Os rios deste tipo são de pequena dimensão, situados em zonas com altitudes mais elevadas (apresentando no entanto, uma grande dispersão de valores) e com escoamento médio anual da ordem dos 225 mm (valor médio para locais de referência).

Relativamente à litologia, esta zona apresenta média mineralização (INAG, 2008a).

Ocorrem essencialmente em vales assimétricos e encaixados. O declive longitudinal é mais acentuado atingido um maior hidrodinamismo. O substrato do canal é predominantemente constituído por materiais grosseiros; rocha blocos, pedras e cascalho. Existem zonas de fluxo turbulento, alternando com zonas de fluxo do tipo laminar. Ao contrário dos restantes tipos, neste tipo os rios são predominantemente permanentes durante todo o ano. A vegetação ripícola é densa, alta e bem desenvolvida, constituída maioritariamente por amieiros, freixos e salgueiros.

##### C.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.6o apresentam-se descritores estatísticos dos parâmetros físico-químicos de caracterização geral, relativos a locais de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

Quadro 2.1.6o – Estatística descritiva de parâmetros físico-químicos gerais em condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul (n=8)

Parâmetros	Média ± DP	Mediana	Intervalo interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	10,76±3,34	12,04	9,07-13,04
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	103,59±28,97	114,45	87,75-123,33 *
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,0±1,22	0,50	0,50-0,83
pH	7,65±0,51	7,42	7,31-7,76
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,05±0,05	0,04	0,03-0,04
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	1,72±2,34	0,85	1,41-1,80
Fósforo Total (mg P/L)	0,04±0,02	0,03	0,03-0,04
Observação: *valor resultante do hidrodinamismo natural não relacionado com contaminação orgânica			

Comparativamente com os restantes tipos, os valores de oxigénio dissolvido são mais elevados o que poderá estar relacionado com o maior hidrodinamismo detectado nestes rios com velocidade de corrente mais elevada. Os valores estatísticos de CBO<sub>5</sub>, Azoto amoniacal, Nitratos e Fósforo Total são muito baixos, indicadores de reduzida contaminação orgânica, característica essencial de condições abióticas de referência.

### C.3. Condições Biológicas

#### C.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

Os Rios Montanhosos do Sul diferem dos restantes tipos pela ausência de taxa indicadores de meios fortemente mineralizados. A comunidade de diatomáceas apresenta taxa típicos das regiões Norte, como *Achnantheidium biasolettianum* e *Encyonema minutum*, mas também algumas espécies associadas à região do Sul, como *Gomphonema pumilum* e *Reimeria sinuata* (Morais *et al.*, 2008).

A comunidade de diatomáceas deste tipo de rios é dominada por *Achnantheidium minutissimum* que pelas razões já apontadas anteriormente, não deverá ser considerada como *taxa* indicador. Ressalva-se que todos os *taxa* assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

No Quadro 2.1.61 indicam-se outras espécies/variedades também características da comunidade de referência para os Rios Montanhosos do Sul.



Quadro 2.1.61 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores do tipo Rios Montanhosos do Sul

<b>Diatomáceas (espécie/variedade)</b>
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow in Cl. & Grun.) Lange-Bertalot
<i>Karayevia oblongella</i> (Øestrup) Aboal *
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck *
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot *
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot *
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer *

### C.3.2. Invertebrados bentónicos

Os Rios Montanhosos do Sul apresentam uma diversidade taxonómica elevada. À semelhança dos restantes tipos, em locais de referência a comunidade apresenta-se dominada por *taxa* generalistas (Quadro 2.1.62).

Quadro 2.1.62 – Invertebrados indicadores de condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul

<b>Invertebrados bentónicos (família)</b>
Chironomidae
Simuliidae
Baetidae
Leuctridae
Ceratopogonidae
Caenidae
Ephemerellidae
Elmidae
Empididae
Athericidae
Rhyacophilidae
Hydropsychidae
Leptophlebiidae
Perlodidae

Relativamente aos *taxa* específicos salienta-se a presença da família Rhyacophilidae (género *Rhyacophila*) que usualmente habita as zonas de cabeceira dos rios, encontrando-se também associada a substratos

com maior granulometria. Destacam-se igualmente as famílias Leuctridae, Ephemerellidae, Athericidae, Leptophlebiidae e Perlodidae como boas indicadoras de qualidade e específicas deste tipo. Com presença residual mas igualmente importante em termos de qualidade específica referam-se as famílias Heptageniidae, Elmidae, Glossosomatidae, Siphonuridae, Leptoceridae, Athericidae e Blephariceridae.

### C.3.3. Macrófitos

No que concerne aos Rios Montanhosos do Sul os macrófitos apresentam maior número de briófitos e pteridófitos comparativamente com os restantes tipos, em que a dominância de higrófitos é clara. No estrato arbóreo *Alnus glutinosa* é dominante, formando galerias densas. No estrato arbustivo sobressai a presença de *Salix salviifolia* e no estrato lianóide a espécie *Hedera hibernica* é frequente. No estrato herbáceo são indicadores as espécies *Mentha suaveolens*, *Holcus lanatus*, *Eurhynchium praelongum*, *Hypericum undulatum*, *Hedera hibernica*, *Cyperus longus*, *Osmunda regalis*, *Lythrum salicaria*, *Apium nodiflorum*, *Frangula alnus* e *Scirpoides holoschoenus*. No Quadro 2.1.63 assinalam-se as espécies indicadoras de condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

Quadro 2.1.63 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Rios Montanhosos do Sul

Macrófitos (espécie/nome vulgar)
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner / Amieiro
<i>Salix salviifolia</i> Brot. subsp. <i>australis</i> Franco / Salgueiro-branco, borrazeira-branca
<i>Frangula alnus</i> Mill. / Amieiro negro
<i>Rubus ulmifolius</i> Scott / Silva
<i>Hedera hibernica</i> (G. Kirchn.) Bean / Hera
<i>Osmunda regalis</i> L. / Feto-real
<i>Oenanthe crocata</i> L. / Embude
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak. / Junco
<i>Holcus lanatus</i> L. / Erva-lanar; Erva-branca; Erva-maior; Erva-mansa
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh / Hortelã-brava
<i>Hypericum undulatum</i> / Hipericão-bravo; Hipericão-ondeado
<i>Cyperus longus</i> L. / Junça
<i>Lythrum salicaria</i> L. / Salgueirinha
<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw) / Musgo pena comum

#### C.3.4. Fauna Piscícola

A fauna piscícola caracteriza-se por evidenciar elevada percentagem de indivíduos generalistas e pelágicos. Apesar de se registarem valores expressivos de densidade, este tipo apresenta reduzidas riqueza e diversidade específicas. Embora com frequências de ocorrência relativamente baixas, apresentam densidade expressiva as espécies *Squalius aradensis* e *Squalius alburnoides*. Com valores mais baixos encontra-se ainda com alguma representação a espécie *Squalius pyrenaicus* (Ilhéu *et al.*, 2008).

#### D. Depósitos Sedimentares do Tejo e do Sado

##### D.1. Condições Hidromorfológicas

O tipo dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (Tipo S 3) na RH6 corresponde às zonas dos depósitos sedimentares do Rio Sado. Os rios pertencentes a esta tipologia situam-se em zonas com temperaturas médias anuais elevadas (cerca de 16 °C em média) e precipitações médias anuais baixas (cerca de 730 mm em média). Os rios são predominantemente de pequena e média dimensão e ocorrem a baixas altitudes (cerca de 54 m em média), com escoamento médio anual igualmente baixo (INAG, 2008a). No que se refere à litologia, esta zona é de natureza mista, com formações calcárias (a Norte do Tejo), siliciosas (a Sul do Tejo, na RH6) e orgânicas (na zona de Rio Maior). Relativamente à mineralização, apresenta, maioritariamente, elevada mineralização.

Situam-se predominantemente em planícies sedimentares de aluvião, em vales abertos de perfil suaves ou côncavos. Podem apresentar substrato rochoso sendo sobretudo dominado por materiais finos do tipo arenoso. Maioritariamente os rios são temporários, deixando de correr no início do Verão (Junho), só voltando a apresentar caudal superficial após as primeiras chuvas outonais. Durante o período seco de Verão a água permanece em pegos reminiscentes, alguns dos quais de grande extensão mas de profundidade reduzida (< 2 m de profundidade). Em período com caudal, a corrente é moderada com fluxo predominantemente do tipo laminar, surgindo zonas de maior velocidade, normalmente associada a substrato mais grosseiro. Neste tipo de rios a galeria ripícola encontra-se muito danificada, mesmo nos locais de referência. Esta apresenta-se estreita com zonas de clareiras, sendo constituída por freixos e salgueiros. Em troços de rios de regime mais temporários (i.e período sem caudal superficial mais prolongado) a vegetação é apenas formada por espécies arbustivas xerófitas, loendros e tamargueiras.

##### D.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.64 apresenta-se a caracterização físico-química em termos de média e desvio padrão para os dois locais de referência amostrado no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado.

Quadro 2.1.64 – Valores Médios e Desvio Padrão de parâmetros físico-químicos de caracterização gera em condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (n=2)

Parâmetros	Média±DP
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	8,40±0,48
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	84,30±5,37
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,25±1,06
pH	7,33±0,08
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,06±0,02
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	2,69±2,24
Fósforo Total (mg P/L)	0,06±0,04

Tal como para os restantes tipos, em situação de referência, as concentrações de CBO<sub>5</sub>, azoto amoniacal, nitratos e fósforo total, são baixas. Os valores de Oxigénio Dissolvido raramente atingem valores superiores a 100%, o que denota um menor hidrodinamismo característico deste tipo de rios mais largos de corrente moderada e fluxo predominantemente do tipo laminar.

### D.3. Condições Biológicas

#### D.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

No tipo de rios correspondente aos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado, a comunidade de referência caracteriza-se pela dominância de *Achnanthydium minutissima*, seguida de *Gomphonema pumilum*, entre outros taxa com menor representação (Quadro 2.1.65). Para além destas duas espécies surgem *Craticula halophila* e *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum*, indicadores de meios muito alcalinos e muito mineralizados, o que está de acordo com a presença de formações calcárias que caracterizam a área de distribuição deste tipo. Ressalva-se que todos os taxa assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

Quadro 2.1.65 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores do tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado

Diatomáceas (espécie/variedade)
<i>Achnanthydium minutissima</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i> *
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot *
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot *
<i>Navicula gregaria</i> Donkin *
<i>Craticula halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow var. <i>frustulum</i> *
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer *

### D.3.2. Invertebrados bentónicos

O tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado apresenta uma grande proporção de sedimento arenoso na zona do canal, pouco favorável à ocorrência de uma comunidade diversificada de invertebrados. Por este motivo a comunidade é naturalmente menos rica em espécies, apresentando dominância de *taxa* generalistas. Destacam-se especificamente: Chironominae, Baetidae, Caenidae e Simuliidae.

Quadro 2.1.66 – Invertebrados indicadores de condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado

Invertebrados bentónicos (família)
Chironomidae
Baetidae
Caenidae
Simuliidae
Ceratopogonidae
Hydrophilidae
Elmidae
Nemouridae
Perlodidae

Como *taxa* específicos salientam-se as famílias Hydrophilidae (género *Anacaena*), Elmidae, Nemouridae e Perlodidae, embora que com densidades reduzidas. Refira-se que o género *Anacaena* apresenta clara preferência por correntes reduzidas e sedimento arenoso.

### D.3.3. Macrófitos

Os Macrófitos dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado apresentam baixa diversidade florística. O substrato arenoso de drenagem elevada e baixo potencial de retenção de água não é favorável à cobertura de helófitos e hidrófitos, apresentando-se estes pouco significativos. Devido às características morfológicas particulares destes cursos de água e à alteração dos solos, verifica-se um forte acréscimo de espécies ruderais, nitrófilas e exóticas, e consequente expansão dos canais. No Quadro 2.1.67 assinalam-se as espécies características das comunidades de Macrófitos para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado.

Quadro 2.1.67 – Macrófitos indicadoras de condições de referência para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado

Macrófitos (espécie / nome vulgar)
<i>Populus nigra</i> L. / Choupo-negro
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. / Freixo
<i>Salix atrocinerea</i> Brot. / Borrazeira
<i>Salix salviifolia</i> Brot. subsp. <i>australis</i> / Borrazeira-branca
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. / Pilriteiro
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott / Silva-brava
<i>Scrophularia scorodonia</i> L. / Escrofulária
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják / Bunho
<i>Oenanthe crocata</i> L. / Arrabaça
<i>Lythrum salicaria</i> L. / Salgueirinha
<i>Poa trivialis</i> L. / Panasco; Poa-comum
<i>Rumex crispus</i> L. / Labaça-crespa; Catacuz
<i>Briza maxima</i> L. / Abelhinhas; Bole-bole-maior;
<i>Cyperus longus</i> L. / Junça
<i>Lythrum junceum</i> Banks et Sol. ex Russell / Erva-sapa, Salicária-dos-juncos

#### D.3.4. Fauna Piscícola

Tal como para os restantes elementos biológicos, este tipo apresenta uma densidade piscícola relativamente baixa. *Barbus bocagei* é a espécie mais marcante em termos de ocorrência e é igualmente a espécie indicadora. Segue-se o grupo constituído por *Squalius pyrenaicus*, *Squalius alburnoides*, *Pseudochondrostoma polylepsis* e *Gobio gobio* (Ilhéu *et al.*, 2008).

## 2.1.8. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Fortemente Modificadas – Albufeiras/Açudes

### 2.1.8.1. Introdução

Para a categoria Massas de Água Fortemente Modificadas, a DQA definiu o conceito potencial ecológico, a que no extremo superior do gradiente de qualidade, corresponde o “máximo potencial ecológico”, caracterizado por evidenciar estruturas ecológicas equilibradas e indicadoras de situações o menos modificadas possíveis. À semelhança dos sistemas naturais, para as massas de água fortemente modificadas é fundamental caracterizar as condições de máximo potencial ecológico para as componentes hidromorfológica, físico-química e biológica, por tipo, para, numa fase posterior, se poder proceder à

classificação ecológica de uma determinada massa de água pertencente a esse tipo, por comparação com aquelas condições.

Na categoria Massas de Água Fortemente Modificadas – Albufeiras/Açudes, a RH6 apresenta apenas um dos três tipos definidos pelo INAG a nível nacional (INAG, 2009): “Albufeiras do Sul”

### 2.1.8.2. Metodologia

Neste sub-capítulo apresenta-se a metodologia adoptada para a caracterização do máximo potencial ecológico no tipo “Albufeiras do Sul”.

#### A. Metodologia para a Tipologia “Albufeiras do Sul”

A caracterização das condições de “máximo potencial ecológico” incidiram em amostragens efectuadas para as albufeiras de Santa Clara (RH 6) e Odeleite (RH 7), consideradas como referencial de “máximo potencial ecológico” para o tipo Albufeiras do Sul, por cumprirem os “valores de referência” definidas pelo INAG (INAG, 2009) para o indicador clorofila *a*, (componente de biomassa do elemento biológico fitoplâncton) único indicador para o qual, até ao momento, existem valores guia a nível nacional (1,6 mg/m<sup>3</sup>). Nesse sentido e também com base na análise de toda a informação disponível que veio apoiar a decisão tomada (Ferreira *et al*, 2009, programas de monitorização operacional e de vigilância da ARH do Alentejo em 2009 e 2010, entre outros), assumiu-se que estas albufeiras representam situações ecológicas estáveis e equilibradas, passíveis de serem caracterizadas nas diferentes componentes (i.e. hidromorfológica, físico-química e biológica) para o “Máximo Potencial Ecológico”.

A caracterização físico-química foi feita com base em análise estatística de parâmetros disponíveis (i.e. de 1998-2010 para a albufeira de Santa Clara e de 1995-2009 para a albufeira de Odeleite), obtidos em duas origens distintas: Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) e programas de monitorização (operacional e de vigilância) da ARH Alentejo (2009-2010). A análise dos poluentes específicos foi feita sempre que a existência de dados o permitiu.

A caracterização da comunidade fitoplanctónica foi efectuada utilizando os dados disponíveis para a clorofila *a* (i.e. de 1999-2010 para a albufeira de Santa Clara e de 2001-2003 para a albufeira de Odeleite) e para a descrição taxonómica (i.e. 2000, 2005, 2006, 2009 e Inverno de 2010 para Santa Clara; 2006 para Odeleite). A caracterização hidromorfológica e a caracterização dos restantes elementos biológicos (i.e. diatomáceas, invertebrados, macrófitos e peixes) foram efectuadas com base em observações e análises

referentes a quatro épocas do ano de 2006 (Primavera, Verão, Outono e Inverno) para as albufeiras de Santa Clara e Odeleite (Quadro 2.1.68).

Quadro 2.1.68 – Período analisado e origem dos dados por elemento de qualidade para a definição do Máximo Potencial Ecológico

Elementos de qualidade	Período analisado	Origem dos dados
Hidromorfologia	2006	Ferreira <i>et al.</i> (2009)
Físico-química	2004-2010	SNIRH, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos Programas de Monitorização operacional e de vigilância da ARH Alentejo.
Fitoplâncton	2000; 2005; 2006; 2009, 2010	Trabalhos realizados no Laboratório da Água da Universidade de Évora. Programa de intercalibração europeu Ferreira <i>et al.</i> (2009) Programas de Monitorização operacional e de vigilância da ARH Alentejo.
Fitobentos - Diatomáceas	2006	Ferreira <i>et al.</i> (2009)
Invertebrados bentónicos	2006	Ferreira <i>et al.</i> (2009)
Macrófitos	2006	Ferreira <i>et al.</i> (2009)
Fauna Piscícola	2006	Ferreira <i>et al.</i> (2009)

#### A. Condições Hidromorfológicas

As condições hidromorfológicas que definem o máximo potencial ecológico foram estabelecidas com base em bibliografia disponível (e.g. Ferreira *et al.*, 2009) e no conhecimento pericial da equipa. Sempre que necessário foram feitas deslocações ao campo para observação e medições *in loco*. Sumariamente, foi feito o enquadramento climático a nível do território de Portugal Continental no que se relaciona com as variáveis temperatura e precipitação. Referiram-se as características do talude, as variações de nível e o tipo de cobertura das diferentes zonas lacustres (zona ripária, zona litoral, espelho de água).

#### B. Condições Físico-Químicas Gerais

Para os dados disponíveis das duas albufeiras, foi feita uma análise de estatística descritiva para as variáveis físico-químicas de caracterização geral (i.e. Oxigénio Dissolvido, Taxa de Saturação em Oxigénio, Carência Bioquímica de Oxigénio, pH, Azoto Amoniacal, Nitratos, Fósforo Total). Esta análise incluiu, a média e desvio padrão, a mediana e o intervalo interquartil.



Os dados de poluentes específicos, quando existiam, foram igualmente considerados, mas verificou-se que nunca ultrapassavam as normas de qualidade definidas em INAG (2009), pelo que na descrição das condições de referência não são apresentados.

### C. Condições Biológicas

A comunidade fitoplânctónica foi caracterizada com base na clorofila *a* (i.e. biomassa) e na estrutura taxonómica (i.e. composição e abundância). Para a clorofila *a* foi feita uma análise de estatística descritiva, incluindo a média, o desvio padrão, a mediana e o intervalo interquartil.

Uma vez que a comunidade fitoplânctónica evidencia uma sucessão temporal natural, com sucessão de espécies em resposta às alterações ambientais, foi feita uma caracterização do máximo potencial ecológico por época do ano (i.e Primavera, Verão, Outono e Inverno). Deste modo, para cada época do ano, foi identificado o conjunto de *taxa* que mais contribuiu para a coesão das amostras analisadas. A identificação deste conjunto de *taxa* foi efectuada pela análise SIMPER (software PRIMER 6).

A caracterização do máximo potencial ecológico para os restantes elementos biológicos foi feita em termos de média anual, com base em bibliografia (Ferreira *et al.*, 2009) e no conhecimento de especialistas.

### 2.1.8.3. Condições de Máximo Potencial Ecológico por Tipo

Neste sub-capítulo é feita a descrição das condições hidromorfológicas, físico-químicas e biológicas correspondentes às condições de Máximo Potencial Ecológico para o único tipo de Albufeiras existente na RH6.

#### A. Tipo “Albufeiras do Sul”

##### A.1. Condições Hidromorfológicas

As albufeiras de Sta Clara e de Odeleite situam-se numa zona com temperatura média anual elevada (aproximadamente 16 °C média) e precipitação média anual baixa (cerca de 600 mm em média). Desenvolvem-se a baixas altitude (cerca de 160 m em média). No que se refere à litologia, inserem-se em zonas de natureza essencialmente siliciosa. Em termos gerais apresentam grau de mineralização intermédio.

O enchimento/subida do nível da água das albufeiras ocorre em geral durante o período de Outono/Inverno sendo a água usada no decorrer da Primavera/Verão. Este regime de uso promove a expansão do habitat de talude. Dependendo da localização ao longo da albufeira, a colonização do talude assim como da zona ripária é realizada predominantemente por espécies anuais e vivazes, muito condicionada pela existência de solo (uma grande parte da área marginal é esquelética e erodida) e pela disponibilidade hídrica (associada às flutuações de nível). A variação de nível atinge valores de 8 m em Santa Clara (Ferreira *et al.*, 2009).

No espelho de água a ocorrência de substâncias à superfície da água é inexistente. Em geral a zona litoral não apresenta uma cobertura relevante (cobertura igual ou inferior a 1%) de briófitos, plantas emergentes, plantas enraizadas flutuantes, plantas flutuantes, plantas submersas de folhas larga, algas filamentosas, fitobentos ou algas flutuantes (Ferreira *et al.*, 2009).

A cobertura vegetal é compreendida entre 10 e 75% de ervas, gramíneas e briófitos, caracterizando um estrato inferior a 0,5m de altura. Em simultâneo, esse mesmo estrato apresenta cobertura em 40% de arbustos lenhosos e árvores jovens e no estrato compreendido entre os 0,5 e os 5m, 40% é coberto de arbustos lenhosos e árvores jovens. Neste último estrato existe ainda uma cobertura de até 10% de árvores adultas. O ângulo do talude apresenta-se predominantemente suave (5 a 30°), sem modificações e com uma cobertura que pode ir desde a ausência à cobertura total. A faixa dos 15m apresenta características de erosão, apresentando-se povoada de folhosas e matos rasteiros. No que respeita à faixa dos 50m, observam-se plantação de coníferas, povoamento de folhosas e matos rasteiros, pisoteio e agricultura de sequeiro.

## A.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.69 apresenta-se a caracterização físico-química geral para as albufeiras que caracterizam a situação de Máximo Potencial Ecológico (valores de superfície).

Quadro 2.1.69 – Parâmetros físico-químicos gerais que caracterizam o Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul.

Parâmetros	n amostra	Média±DP	Mediana	Intervalo interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	371	8,30±1,50	8,30	7,5-9,10
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	374	89,20±15,90	91,0	79,3-99,00
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	331	2,10±1,10	2,00	1,3-3,00
pH	386	7,7±0,37	7,70	7,5-8,00
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	382	0,04±0,03	0,04	0,03-0,04

Parâmetros	n amostra	Média±DP	Mediana	Intervalo interquartil
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	383	0,90±0,68	0,89	0,3-1,20
Fósforo Total (mg P/L)	312	0,03±0,04	0,02	0,02-0,03

Para os parâmetros analisados os valores apresentam-se dentro de uma gama de variação que define uma baixa contaminação orgânica; refiram-se nomeadamente, as baixas concentrações de azoto amoniacal, nitratos, fósforo total e CBO<sub>5</sub>. O Oxigénio não atinge níveis de saturação elevados, situando-se a média e a mediana abaixo dos 100%.

### A.3. Condições Biológicas

#### A.3.1. Fitoplâncton

No Quadro 2.1.70 apresentam-se descritores estatísticos para a clorofila *a* em termos de média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartil, relativos às albufeiras de Sta Clara e Odeleite (Máximo Potencial Ecológico).

Quadro 2.1.70 – Valores estatísticos para de clorofila *a* indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras Sul

Parâmetros	n amostra	Média±DP	Mediana	Intervalo interquartil
clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	196	1,4±1,0	1,2	0,8-1,7

De imediato se vê que os valores são muito baixos, nomeadamente a mediana, encontrando-se abaixo do valor guia indicado pelo INAG para caracterizar a “situação de Máximo Potencial Ecológico” para o parâmetro clorofila *a* (1,6 mg/m<sup>3</sup>) (INAG, 2009).

Em termos taxonómicos, para as quatro épocas do ano, a comunidade apresenta-se dominada por *taxa* cosmopolitas de ampla distribuição geográfica. Especificamente no Inverno a comunidade caracteriza-se pela dominância de *Chroomonas* sp., *Oscillatoria* sp., *Cryptomonas* sp. e *Cyclotella meneghiniana*, *taxa* de pequenas dimensões e característicos de situações de Inverno de temperaturas reduzidas. Na Primavera as algas dominantes são: *Cyclotella* sp. e *Cryptomonas* sp. No Verão os *taxa* que mais contribuíram para a coesão do grupo são: *Cyclotella* sp., *Chroomonas* sp., *Dinobryon* sp., *Fragilaria* sp. e *Peridinium* sp., todos géneros cosmopolitas. No Outono a comunidade apresenta-se maioritariamente constituída por *Cyclotella* sp., *Cryptomonas* sp. e *Chroomonas* sp., também *taxa* cosmopolitas sem relevância ecológica em termos de qualidade.

Como é de esperar, a comunidade fitoplanctónica evolui ao longo do tempo, alterando-se em termos de *taxa* dominantes. Todavia, nenhum dos *taxa* identificados como dominantes são indicadores específicos de qualidade. Para este tipo, como indicador de qualidade, mais importante que a composição taxonómica constituída por *taxa* cosmopolitas, é a biomassa total que pode ser avaliada em termos de Clorofila *a* e a presença de cianobactérias. Este grupo fitoplanctónico não se apresenta dominante na comunidade, não desenvolvendo densidades indicadoras de presença de “blooms” (i.e. densidades superiores a 2000 cél/mL).

### A.3.2. Fitobentos - Diatomáceas

Ao contrário da comunidade fitoplanctónica que se sucede ao longo do ano, a comunidade de diatomáceas bentónicas não evidencia uma variação sazonal significativa (Ferreira *et al.*, 2009), mantendo-se semelhante ao longo do ano em termos de composição taxonómica. Por este motivo, para as diatomáceas apresenta-se uma caracterização média anual.

A comunidade que define o máximo potencial ecológico caracteriza-se pela dominância de *Cyclotella ocellata* e *Achnantheidium minutissimum*, entre outros *taxa* com menor representação (Quadro 2.1.71). De salientar que o *taxum* *Achnantheidium minutissimum* surge como a segunda espécie dominante. Contudo, relativamente a este *taxa*, é de referir que corresponde a um grupo cosmopolita que engloba diferentes *taxa*, não sendo recomendável a sua utilização como espécie indicadora. Actualmente decorrem diversos estudos a nível internacional com o objectivo de diferenciar taxonomicamente este grupo.

Dos *taxa* que surgem com maior representatividade podem referir-se como indicadores de qualidade os seguintes: *Cyclotella ocellata*, *Navicula gregaria*, *Gomphonema gracile*, *Fragilaria rumpens*, *Encyonema silesiacum*. Ressalva-se que todos os *taxa* assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

Quadro 2.1.71 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul

<b>Diatomáceas (espécie/variedade)</b>
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round
<i>Navicula gregaria</i> Donkin
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg
<i>Navicula veneta</i> Kützing
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing.) Carlson

Diatomáceas (espécie/variedade)
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing *
<i>Aulacoseira tenella</i> (Nygaard) Simonsen *
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann

### A.3.3. Invertebrados bentónicos

Para sistemas com características lênticas, a comunidade de invertebrados pode ser caracterizada através da comunidade litoral, ou com base em amostras de exuviae pupais. Para as albufeiras portuguesas Ferreira *et al.* (2009) verificaram que em situação de maior estabilidade (i.e. Máximo Potencial Ecológico) as amostras de exuviae apresentavam maiores níveis de abundância e de riqueza quando comparadas com amostras de invertebrados colhidos no litoral. No Quadro 2.1.72 apresentam-se os *taxa* indicadores de qualidade para exuviae; todos eles pertencem à família Chironomidae.

Quadro 2.1.72 – *Taxa* de exuviae indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul

Exuviae (género e sub-família)
<i>Procladius</i> sp. (sub-família Orthoclaadiinae)
<i>Abladesmya</i> sp. (sub-família Orthoclaadiinae)
<i>Cricotopus</i> sp. (sub-família Orthoclaadiinae)
<i>Harnischia</i> sp. (sub-família Chironominae; Chironomini)
<i>Paratanytarsus</i> sp. (sub-família Chironominae; Tanytarsini)
<i>Microtendipes</i> sp. (sub-família Chironominae; Chironomini)

Para os invertebrados de litoral, o *taxum* mais abundante é a espécie *Atyaephyra desmaresti* (Malacostraca, Decapoda). No Quadro 2.1.73 indicam-se outros *taxa* característicos deste tipo. Refira-se, contudo, que todos eles são generalistas, tolerantes a condições lênticas pouco oxigenadas, não sendo indicadores específicos de qualidade.

Quadro 2.1.73 – Invertebrados bentónicos indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul

Invertebrados bentónicos (espécie, género e família)
<i>Atyaephyra desmaresti</i> (Millet 1831)
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)
<i>Dugesia</i> sp.
Lumbriculidae

#### A.3.4. Macrófitos

Os *taxa* dominantes são terrestres, assumindo valores próximos de 50%. Num segundo plano mas ainda com representatividade surgem os higrófitos com 38%, os helófitos com valores próximos de 10% e por fim os higrófitos com 4%. Neste tipo são as espécies vivazes e anuais que assumem maior representatividade.

Os resultados permitiram confirmar a importância das árvores higrófitas na definição da tipologia (e.g. *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix atrocinerea*), bem como determinadas espécies ou grupos de espécies como *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Mentha pulegium*, *Scirpoides holoschoenus*, *Pulicaria paludosa* e *Dittrichia viscosa*. No Quadro 2.1.74 apresentam-se os *taxa* indicadores.

Quadro 2.1.74 – Macrófitos indicadores de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul

Macrófitos (espécie / nome vulgar)
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. / Erva-Gramilheira
<i>Mentha pulegium</i> L. / Poejo
<i>Juncus effusus</i> L. / Junco solto
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják / Bunho
<i>Pulicaria paludosa</i> Link / Erva-pulgueira
<i>Paspalum distichum</i> L. / Graminhão *
<i>Pseudognaphalium luteo-album</i> (L.) Hilliard & B. L. Burt / Perpétua-brava; Perpétua-silvestre
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter / Tãveda-de-folhas-estreitas
<i>Briza maxima</i> L. / Abelhinhas; Bole-bole-maior; Campainhas-do-diabo; Chocalheira-maior
<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Don fil. / Espergulária-roxa; Sapinho-roxo

Observação: \* espécie exótica

#### A.3.5. Fauna Piscícola

A situação de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul é caracterizada pela presença de um elevado número de espécies ictiofaunísticas, em larga medida associadas ao curso de água onde se inserem. No entanto, de forma geral, a comunidade apresenta-se dominada por espécies não-nativas sobretudo centrarquídeos. Assim, a perca-sol (*Lepomis gibbosus*) e o achigã (*Micropterus salmoides*) representam aproximadamente 60% da comunidade.

As albufeiras apresentam também uma população considerável de bogas como a espécie *Pseudochondrostoma polylepis* e, sobretudo, a espécie *Pseudochondrostoma wilkommii*. A população de barbos (*Barbus* spp.) apresenta-se como a segunda maior dentro das nativas, embora represente apenas 5% da comunidade (Ferreira *et al.*, 2009).

Verifica-se uma elevada heterogeneidade entre locais e zonas dentro da massa de água. Na zona litoral encontram-se estabelecidas espécies sedentárias vocacionadas para águas lânticas, como a perca-sol, achigã embora também ocorram exemplares de boga com menores dimensões. A zona pelágica é explorada essencialmente por ciprinídeos indígenas, sobretudo potádromos, como a boga e o barbo, os quais dominam também na zona fluvial. A manutenção da conectividade longitudinal com a rede hídrica é fundamental para a persistência destas espécies com elevado valor conservacionista, facto que justifica a implantação de dispositivos de passagens para peixes nestas albufeiras, condição essencial para a manutenção do Máximo Potencial Ecológico No Quadro seguinte apresentam-se os *taxa* dominantes.

Quadro 2.1.75 – Fauna Piscícola indicadora de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Albufeiras do Sul

Fauna piscícola (espécie ou género)
<i>Lepomis gibbosus</i> *
<i>Micropterus salmoides</i> *
<i>Pseudochondrostoma</i> spp.
<i>Barbus sclateri</i>
<i>Cyprinus carpio</i> *
<i>Herichthys facetum</i> *
<i>Anguilla anguilla</i>
<i>Squalius pyrenaicus</i>
<i>Salaria fluviatilis</i>
<i>Cobitis paludica</i>
<i>Alburnus alburnus</i> *

Observação: \* espécies não nativas

## 2.1.9. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rio a Jusante de Barragens

### 2.1.9.1. Introdução

Tal como se referiu anteriormente, para a categoria Massas de Água Fortemente Modificadas, a DQA “criou” o conceito de potencial ecológico, a que no extremo superior do gradiente de qualidade, corresponde o “máximo potencial ecológico”, caracterizado por evidenciar estruturas ecológicas equilibradas e indicadoras de situações o menos modificadas possíveis.

De acordo com a DQA, estas condições estabelecem-se em relação à referência identificada para a categoria e tipo a que pertence uma determinada massa em situações não modificadas, ou seja, em situação natural. No caso das Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rio a Jusante de

Albufeiras, as condições de Máximo Potencial Ecológico estabelecem-se por tipo de rios, sempre em relação à referência natural dos tipos.

### 2.1.9.2. Metodologia

A caracterização das condições de Máximo Potencial Ecológico para a categoria “Massas de Água Fortemente Modificadas - Troços de rios a jusante de albufeiras”, incidiu em locais identificados, validados e amostrados como referência para a categoria rios (sistemas naturais, não modificados) nos anos de 2004/2006 no âmbito da implementação da DQA em Portugal, projecto coordenado pelo INAG.

Num primeiro passo verificou-se se algum dos locais identificados como referência para a categoria rios correspondia a troços de rios situados a jusante de albufeiras, facto que foi verificado para os tipos Rios Montanhosos do Sul (S2) e Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3). Para estes tipos assume-se que as condições identificadas correspondem a situações de Máximo Potencial Ecológico. Para os restantes tipos (i.e. Rios do Sul de Pequena Dimensão -  $S1 \leq 100 \text{ Km}^2$  e Rios do Sul de Média-Grande Dimensão -  $S1 \geq 100 \text{ Km}^2$ ), referem-se as condições de referência identificadas para situações não modificadas em rios, como condições guia indicativas, alertando-se para a necessidade da manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante por forma a permitir o estabelecimento das comunidades indicadas. Complementarmente foram efectuadas observações *in loco*.

No total foram analisados apenas 2 locais, ambos situados na Região Hidrográfica do Sado e Mira (RH6), respectivamente para os tipos Rios Montanhosos do Sul (S2) e Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3), o que é manifestamente insuficiente (i.e um único local por tipo). Por este motivo, a caracterização que se apresenta é apenas indicadora de um máximo potencial ecológico por tipo presente na RH6, sendo necessário, no futuro, proceder-se a estudos especialmente planeados com o objectivo de complementar as caracterizações apresentadas.

#### A. Condições Hidromorfológicas

As condições hidromorfológicas correspondentes ao máximo potencial ecológico foram definidas para os tipos Rios Montanhosos do Sul (S2) e Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3), com base num único local. Para estes tipos foi feito o enquadramento climático a nível do território de Portugal Continental no que se relaciona com as variáveis temperatura e precipitação. Referiram-se as características litológicas principais assim como o tipo de mineralização predominante (i.e. baixa, média ou elevada mineralização).



Foi descrita a morfologia geral, o substrato dominante do canal, o regime hidrológico. Por último descreveu-se a comunidade ripária em termos de estrato arbóreo e espécies dominantes.

Para os restantes tipos referem-se as condições de referência identificadas para situações não modificadas em rios, alertando-se para a necessidade da manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante por forma a permitir o estabelecimento de condições hidromorfológicas que correspondam a condições de Máximo Potencial Ecológico e que permitam a manutenção das comunidades biológicas.

#### B. Condições Físico-Químicas Gerais

Apresentam-se os valores dos parâmetros físico-químicos de caracterização geral (i.e. Oxigénio Dissolvido, Taxa de Saturação em Oxigénio, Carência Bioquímica de Oxigénio, pH, Azoto Amoniacal, Nitratos, Fósforo Total). Relativamente aos tipos Rios Montanhosos do Sul (S2) e Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3) apresentam-se os valores obtidos num único local. Para os restantes tipos refere-se o intervalo interquartil relativo a condições não modificadas (i.e. rios).

Os dados de poluentes específicos, quando existiam, foram igualmente considerados, mas verificou-se que nunca ultrapassavam as normas de qualidade definidas em INAG (2009), pelo que na descrição das condições de referência por tipo não são apresentados.

#### C. Condições Biológicas

A caracterização das comunidades baseou-se na descrição do conjunto de *taxa* que caracterizam situações de Máximo Potencial Ecológico para os tipos Rios Montanhosos do Sul e Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (obtidas respectivamente num único local amostrado em 2004/2006). Para os restantes tipos referem-se as condições de referência identificadas para situações não modificadas em rios, alertando-se para a necessidade da manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante por forma a permitir o estabelecimento das comunidades indicadas.

### 2.1.9.3. Condições de Máximo Potencial Ecológico por Tipo

Neste sub-capítulo é feita a descrição das condições hidromorfológicas, físico-químicas e biológicas correspondentes às condições de Máximo Potencial Ecológico para os tipos de Rios existentes na RH6.

## A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”

### A.1. Condições Hidromorfológicas

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão” e ponto A.1. Condições Hidromorfológicas.

Refira-se que para se atingir condições de Máximo Potencial Ecológico neste tipo, será necessário a manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante que garanta as condições hidromorfológicas fundamentais para a manutenção das comunidades biológicas.

### A.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.76 apresentam-se como valores guia indicativos, os intervalos interquartil de parâmetros físico-químicos gerais obtidos para o mesmo tipo na categoria rios em situação de referência.

Refira-se que para se atingir condições de Máximo Potencial Ecológico neste tipo, será necessário a manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante que garanta as condições físico-químicas indicadas.

Quadro 2.1.76 – Variação interquartil de parâmetros físico-químicos gerais indicadores de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão

Parâmetros	Intervalo Interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	7,53-12,40
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	83,55-118,60
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	0,75-3,00
pH	7,65-8,35
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,04-0,04
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	0,50-1,60
Fósforo Total (mg P/L)	0,03-0,07

### A.3. Condições Biológicas

#### A.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”; ponto A.3. Condições Biológicas; ponto A.3.1 Fitobentos – Diatomáceas.

Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de diatomáceas indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão.

#### A.3.2. Invertebrados bentónicos

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”; ponto A.3. Condições Biológicas; ponto A.3.2 Invertebrados bentónicos.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de invertebrados bentónicos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão.

#### A.3.3. Macrófitos

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”; ponto A.3. Condições Biológicas; ponto A.3.3 Macrófitos.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macrófitos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão.

#### A.3.4. Fauna Piscícola

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto A. Tipo “Rios do Sul de Pequena Dimensão”; ponto A.3. Condições Biológicas; ponto A.3.4 Fauna Piscícola.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da fauna piscícola indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Pequena Dimensão. No caso específico da comunidade piscícola, a DQA refere que para se atingir o Máximo Potencial Ecológico será necessário a existência de dispositivos de passagem de peixes por forma a promover a conectividade longitudinal com a rede hídrica, fundamental para a persistência de espécies com elevado valor conservacionista.

## B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”

### B.1. Condições Hidromorfológicas

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão” e ponto B.1. Condições Hidromorfológicas.

### B.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.77 apresentam-se como valores guia indicativos, os intervalos interquartil de parâmetros físico-químicos gerais obtidos para o mesmo tipo na categoria rios em situação de referência.

Refira-se que para se atingir condições de Máximo Potencial Ecológico neste tipo, será necessário garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente das albufeiras situadas a montante que garanta as condições físico-químicas indicadas.

Quadro 2.1.77 – Variação interquartil de parâmetros físico-químicos gerais indicadores de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão

Parâmetros	Intervalo Interquartil
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	8,12-12,20
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	85,45-120,55 *
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	0,5-1,50
pH	7,76-8,05
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,03-0,05
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	0,50-1,00
Fósforo Total (mg P/L)	0,03-0,05
Observação: * valor resultante do hidrodinamismo natural não relacionado com contaminação orgânica	

### B.3. Condições Biológicas

#### B.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”; ponto B.3. Condições Biológicas; ponto B.3.1 Fitobentos – Diatomáceas.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de

diatomáceas indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão.

#### B.3.2. Invertebrados bentónicos

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”; ponto B.3. Condições Biológicas; ponto B.3.2 Invertebrados bentónicos.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de invertebrados bentónicos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão.

#### B.3.3. Macrófitos

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”; ponto B.3. Condições Biológicas; ponto B.3.3 Macrófitos.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macrófitos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão.

#### B.3.4. Fauna Piscícola

Ver sub-capítulo 2.1.7.3. Ponto B. Tipo “Rios do Sul de Média-Grande Dimensão”; ponto B.3. Condições Biológicas; ponto B.3.4 Fauna Piscícola.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da fauna piscícola indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Sul de Média-Grande Dimensão. No caso específico da comunidade piscícola, a DQA refere que para se atingir o Máximo Potencial Ecológico será necessário a existência de dispositivos de passagem de peixes por forma a promover a conectividade longitudinal com a rede hídrica, fundamental para a persistência de espécies com elevado valor conservacionista.

## C. Tipo “Rios Montanhosos do Sul”

### C.1. Condições Hidromorfológicas

O tipo Montanhoso do Sul (Tipo S 2) apresenta uma distribuição restrita, estando limitado às regiões de maior altitude. Estes locais encontram-se em zonas com temperaturas médias anuais mais baixas (cerca de 15 °C em média) e precipitações médias anuais um pouco mais elevadas (cerca de 740 mm em média). As bacias são de pequena dimensão, situados em zonas com altitudes mais elevadas (apresentam no entanto, uma grande dispersão de valores). Relativamente à litologia, apresentam grau de mineralização baixo-média (INAG, 2008a).

O local identificado com máximo potencial ecológico, situa-se na RH6, especificamente na bacia do rio Mira, a jusante da albufeira de Santa Clara, apresentando média mineralização. Evidencia uma altitude de 6m, um escoamento médio de 250mm para uma bacia de 984,55Km<sup>2</sup>. A temperatura média anual é de 15,32°C com uma precipitação média anual de 653mm.

O substrato do canal é predominantemente constituído por materiais grosseiros; rocha blocos, pedras e cascalho. Existem zonas de fluxo turbulento, alternando com zonas de fluxo do tipo laminar. Evidencia um regime predominantemente permanente durante todo o ano. A vegetação ripícola é densa, alta e bem desenvolvida, constituída maioritariamente por amieiros, freixos e salgueiros. Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as características hidromorfológicas de Máximo Potencial Ecológico e promova o desenvolvimento das comunidades biológicas.

### C.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.78 apresentam-se os valores para os parâmetros físico-químicos de caracterização geral, relativos ao local que identifica o Máximo Potencial Ecológico em massas de água fortemente modificadas – troços a jusante de albufeiras para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

Quadro 2.1.78 – Valores de parâmetros físico-químicos gerais que identificam as condições de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeira” no tipo Montanhoso do Sul (n=1)

Parâmetros	Valores para um único local
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	5,7
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	57,6
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	0,50

Parâmetros	Valores para um único local
pH	7,50
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,02
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	1,60
Fósforo Total (mg P/L)	0,08

Os valores médios de CBO<sub>5</sub>, azoto amoniacal, nitratos e fósforo total, são baixos, indicadores de reduzida contaminação orgânica, característica essencial de condições abióticas de referência. Repare-se que os valores de Oxigénio Dissolvido são relativamente baixos indicativos de reduzida turbulência da água e de um caudal ecológico diminuto. Todavia, de acordo com a DQA, para se garantir as condições de Máximo Potencial Ecológico identificadas será necessário a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições físico-químicas identificadas e promova níveis favoráveis de oxigenação da água.

### C.3. Condições Biológicas

#### C.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

A comunidade de diatomáceas é semelhante à descrita para a categoria “Rios”, Apresenta *taxa* típicos das regiões Norte, como seja *Achnanthydium subatomoides*, indicador de boas condições de oxigenação da água e associado a baixas condutividades e reduzida mineralização. Todavia, surgem também *taxa* que indicam meios mais próximos da neutralidade e mineralizações mais elevadas, tais como: *Cocconeis placentula* e os *taxa* assinalados no Quadro 2.1.79. Ressalva-se que todos os *taxa* assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

Quadro 2.1.79 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Montanhoso do Sul

Diatomáceas (espécie/variedade)
<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-Bertalot *
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Achnanthydium subatomoides</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector *
<i>Eolimna minima</i> (Grunow Lange-Bertalot) *
<i>Achnanthydium biasolettianum</i> (Grunow in Cl. & Grun.) Lange-Bertalot
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck *
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot *
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer *

Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de diatomáceas indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

### C.3.2. Invertebrados bentónicos

Também para os invertebrados bentónicos a comunidade é semelhante à descrita para a categoria “Rios”, com dominância de espécies generalistas. (Quadro 2.1.8o).

Quadro 2.1.8o – Invertebrados indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Montanhoso do Sul

Invertebrados (família)
Chironomidae
Simuliidae
Asellidae
Hydrobiidae
Leuctridae
Dugesidae
Ceratopogonidae
Elmidae
Hydraenidae

Relativamente aos *taxa* específicos salienta-se a presença da família Asellidae. Destacam-se igualmente a famílias Leuctridae e Elmidae como boas indicadoras de qualidade e específicas.

Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macroinvertebrados bentónicos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

### C.3.3. Macrófitos

As espécies indicadoras não diferem das descritas para a categoria “Rios” relativas ao mesmo tipo. Especificamente, no estrato arbóreo é dominante a presença de *Alnus glutinosa* formando galerias arbóreas compactas. No estrato arbustivo destaca-se a presença de *Salix salviifolia* e no estrato lianóide a presença de *Hedera hibernica* é frequente. No estrato herbáceo são indicadores as espécies *Mentha suaveolens*, *Holcus lanatus*, *Hedera hibernica*, *Cyperus longus*, *Lythrum salicaria*, *Scirpoides holoschoenus*.



Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macrófitos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

#### C.3.4. Fauna Piscícola

Para este tipo na categoria “Troços de Rios a Jusante de Albufeiras”, os agrupamentos piscícolas são semelhantes aos identificados para o mesmo tipo na categoria “Rios”. Identificam-se como espécies indicadoras *Squalius aradensis* e *Squalius alburnoides*.

Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da fauna piscícola indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Montanhosos Sul. No caso específico da comunidade piscícola, a DQA refere que para se atingir o Máximo Potencial Ecológico será necessário a existência de dispositivos de passagem de peixes por forma a promover a conectividade longitudinal com a rede hídrica, fundamental para a persistência de espécies com elevado valor conservacionista.

#### D. Tipo “Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado”

##### D.1. Condições Hidromorfológicas

O tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (Tipo S 3) situa-se em zonas com temperaturas médias anuais elevadas (cerca de 16 °C em média) e precipitações médias anuais baixas (cerca de 730 mm em média). Os rios são predominantemente de pequena e média dimensão e ocorrem a baixas altitudes (cerca de 54 m em média), com escoamento médio anual igualmente baixo (INAG, 2008a). No que se refere à litologia, esta zona é de natureza mista, com formações calcárias (a norte do Tejo), siliciosas (a sul do Tejo, na RH6) e orgânicas (na zona de Rio Maior).

O local identificado com máximo potencial ecológico, situa-se na RH6, especificamente na bacia do rio Sado, a jusante das albufeiras de Campilhas, Fonte de Serne, Monte da Rocha, Daroeira e Roxo. Apresenta média mineralização, uma altitude de 2,06 m, um escoamento médio de 125 mm para uma bacia de 2.931,5 Km<sup>2</sup>. A temperatura média anual é de 15,94°C com uma precipitação média anual de 624 mm.

Neste tipo, os rios são maioritariamente temporários, embora o local identificado com máximo potencial ecológico apresente regime permanente durante todo o ano. A galeria ripícola encontra-se danificada. Esta apresenta-se estreita com zonas de clareiras, sendo constituída por freixos e salgueiros. Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante por forma a garantir as condições presentemente observadas.

## D.2. Condições Físico-Químicas Gerais

No Quadro 2.1.81 apresentam-se os valores para os parâmetros físico-químicos de caracterização geral, relativos ao local que identifica o Máximo Potencial Ecológico em massas de água fortemente modificadas – troços a jusante de albufeiras para o tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado.

Quadro 2.1.81 – Valores de parâmetros físico-químicos gerais que identificam as condições de Máximo Potencial Ecológico em “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeira” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (n=1)

Parâmetros	Características de um único local
Oxigénio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	7,90
Taxa de Saturação em Oxigénio (%)	89,90
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O <sub>2</sub> /L)	5,00
pH	8,50
Azoto Amoniacal (mg NH <sub>4</sub> /L)	0,04
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	4,00
Fósforo Total (mg P/L)	0,07

As concentrações de azoto amoniacal, nitratos e fósforo total, são baixas. Todavia, o valor de CBO<sub>5</sub> analisado poderá ser já indicadores de contaminações orgânicas ainda que ligeiras. Também para este local os valores de Oxigénio Dissolvido são relativamente baixos indicativos de reduzida turbulência da água e de um caudal ecológico diminuto. Todavia, de acordo com a DQA, para se garantir as condições de Máximo Potencial Ecológico identificadas será necessário a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições físico-químicas identificadas e promova níveis favoráveis de oxigenação da água.

## D.3. Condições Biológicas

### D.3.1. Fitobentos - Diatomáceas

A comunidade de diatomáceas caracteriza-se pela dominância de *Achnanthydium minutissimum* seguida de *Nitzschia inconspícua* (Quadro 2.1.82). Para além destas duas espécies surgem *taxa* indicadores de meios alcalinos e muito mineralizados, o que está de acordo com a presença de formações calcárias que caracterizam a área de distribuição deste tipo (*Navicula cryptocephala* e *Reimeria sinuata*). Ressalva-se que todos os *taxa* assinalados (\*) embora apresentem uma grande sensibilidade, têm menos valor como indicadores.

Quadro 2.1.82 – Diatomáceas (espécies/variedade) indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado

<b>Diatomáceas (espécie/variedade)</b>
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki *
<i>Nitzschia inconspícua</i> Grunow
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing *
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot *
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot *
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck *
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer *

Refira-se a necessidade da manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as de condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de diatomáceas indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

### D.3.2. Invertebrados bentónicos

A comunidade apresenta dominância de *taxa* generalistas. Destacam-se especificamente: Simuliidae; Chironominae; Caenidae; Limoniidae (Quadro 2.1.83).

Quadro 2.1.83 – Invertebrados indicadores de condições de Máximo Potencial Ecológico para a “Massas de Água Fortemente Modificadas – Troços de Rios a Jusante de Albufeiras” no tipo Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado

<b>Invertebrados (família)</b>
Simuliidae
Chironomidae
Caenidae
Limoniidae
Hydrophilidae
Baetidae

Como taxa específicos salientam-se Hydrophilidae (género *Anacaena*), embora que com densidades reduzidas. Refira-se que *Anacaena* sp. apresenta uma clara preferência por correntes reduzidas e sedimento arenoso.

Refira-se a necessidade de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macroinvertebrados bentónicos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

### D.3.3. Macrófitos

As espécies com maior contribuição para a diferenciação tipológica são semelhantes às identificadas para a categoria “Rios”: *Fraxinus angustifolia*; *Rubus ulmifolius*; *Salix atrocinerea*; *Oenanthe crocata*; *Populus nigra*; *Lythrum salicaria*; *Poa trivialis*; *Rumex crispus*; *Briza maxima*; *Crataegus monogyna*; *Salix salvifolia*; *Cyperus longus*; *Lythrum junceum*; *Scrophularia scorodonia* e *Scirpoides holoschoenus*.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da comunidade de macrófitos indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios Montanhosos do Sul.

### D.3.4. Fauna Piscícola

Tal como para os macrófitos, a comunidade piscícola para este tipo, na categoria “Troços de Rios a Jusante de Albufeiras”, é equivalente à identificada para o mesmo tipo na categoria Rios. A espécie indicadora é *Barbus bocagei*, seguindo-se o grupo constituído por *Squalius pyrenaicus*, *Squalius alburnoides*, *Pseudochondrostoma polylepis* e *Gobio gobio*.

Refira-se a necessidade absoluta de garantir a manutenção de um caudal ecológico proveniente de montante que garanta as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento da fauna piscícola indicadora de condições de Máximo Potencial Ecológico para o tipo Rios do Montanhosos Sul. No caso específico da comunidade piscícola, a DQA refere que para se atingir o Máximo Potencial Ecológico será necessário a existência de dispositivos de passagem de peixes por forma a promover a conectividade longitudinal com a rede hídrica, fundamental para a persistência de espécies com elevado valor conservacionista.

## 2.1.10. Condições de referência para Águas de Transição

### 2.1.10.1. Introdução

As condições de referência são uma descrição dos elementos de qualidade biológica que ocorrem num estado excelente, i.e., na ausência de ou com muito reduzida perturbação humana (WFD CIS, 2003d).

Aquando da definição de condições biológicas de referência, devem também ser estabelecidos critérios para os elementos de qualidade físico-química e hidromorfológica.

Paralelamente à avaliação do estado ecológico, é também avaliado o estado químico, no entanto, esta etapa é feita com base nas normas de qualidade ambiental (NQA) para substâncias prioritárias e para outros poluentes, definidas na Directiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008 (transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º103/2010, de 24 de Setembro), como previsto no artigo 16.º da DQA.

As condições de referência para os elementos de qualidade a considerar na avaliação do estado ecológico devem ser definidas para cada uma das tipologias de massas de água, sumarizando a gama de possibilidades e valores para os elementos de qualidade ao longo de períodos de tempo e para toda a extensão geográfica do tipo.

No caso dos estuários considerados na RH6, Sado e Mira, ambos se inserem na tipologia A2 - Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio, pelo que a situação de referência a definir será apenas uma, comum aos dois.

Os parâmetros a considerar na avaliação do estado ecológico são os seguintes:

- elementos biológicos: Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton, composição e abundância da restante flora aquática, composição e abundância dos invertebrados bentónicos e composição e abundância da fauna piscícola;
- elementos hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos: Condições morfológicas (Variação da profundidade; Quantidade, estrutura e substrato do leito; Estrutura da zona intermareal) e Regime de marés (Fluxo de água doce; Exposição às vagas);
- elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos: Condições gerais (Transparência; Condições térmicas; Condições de oxigenação; Salinidade; Condições relativas aos nutrientes) e Poluentes específicos (Poluentes sintéticos específicos; Poluentes não-sintéticos específicos).

Após a definição das condições de referência, há ainda que ocorrer a definição dos padrões de qualidade que limitam as cinco categorias do estado ecológico (Excelente, Bom, Razoável, Medíocre e Mau) de cada elemento de qualidade.

O organismo com responsabilidade pela gestão da qualidade dos recursos hídricos a nível nacional, o INAG, desenvolveu um projecto (EEMA – Avaliação do Estado Ecológico das Massas de Águas Costeiras e

de Transição e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas) para chegar à definição de métricas e condições referência a utilizar para avaliar o estado ecológico das massas de água de transição e costeiras. A importância e os problemas associados a este processo têm incentivado a criação de grupos de trabalho específicos, nomeadamente a nível europeu, para a intercalibração das condições de referência e sistemas de avaliação para cada tipologia de massa de água.

Dado que a definição de sistemas de classificação das águas de transição não está ainda concluída, não é possível realizar a avaliação do estado ecológico das massas de água da forma prevista pela DQA. Assim, a avaliação do estado constante no presente documento tem em conta todos os elementos disponíveis à data. Apenas quando estiverem definidas todas as métricas e condições de referência a utilizar para avaliar o estado ecológico das massas de água de transição a nível nacional, esta avaliação poderá ser realizada do modo como é preconizada na DQA e, conseqüentemente, poderá apresentar diferenças em relação à realizada neste documento.

#### 2.1.10.2. Metodologia utilizada para o estabelecimento das condições de referência para Águas de Transição

Conforme o ponto 1.3 do Anexo II da DQA, as condições biológicas de referência específicas do tipo podem ter como base as condições no terreno, ser baseadas numa modelação ou ser derivadas utilizando uma combinação destes métodos. Sempre que não seja possível utilizar estes métodos, os Estados-Membros poderão recorrer ao parecer de peritos para estabelecer essas condições.

Relativamente às condições biológicas de referência específicas com base nas condições no terreno, deverá ser desenvolvida uma rede de referência para cada tipo de massa de águas, que contenha um número suficiente de sítios de estatuto excelente, de forma a facultar um nível de confiança suficiente quanto aos valores relativos às condições de referência, dada a variabilidade dos valores dos elementos de qualidade correspondentes ao estatuto ecológico excelente para esse tipo de massa de águas e a multiplicidade das técnicas de modelação aplicáveis.

As condições biológicas de referência específicas do tipo baseadas na modelação podem ser derivadas utilizando modelos preditivos ou métodos retrospectivos. Estes métodos farão uso de dados históricos, paleológicos e de quaisquer outros disponíveis e deverão facultar um nível de confiança suficiente quanto aos valores relativos às condições de referência, de forma a garantir que as condições assim derivadas sejam coerentes e válidas para cada um dos tipos de massa de águas de superfície.

Sempre que não seja possível estabelecer com fiabilidade condições de referência específicas do tipo para um elemento de qualidade de um tipo de massa de águas de superfície devido à grande variabilidade natural desse elemento, e não simplesmente em resultado de variações sazonais, esse elemento poderá ser excluído da avaliação do estado ecológico desse tipo de águas de superfície. Nessas circunstâncias, os Estados-Membros deverão declarar as razões da sua exclusão do plano de gestão de bacia hidrográfica.

#### A. Condições hidromorfológicas

Ainda que na DQA se descrevam as condições hidromorfológicas até ao nível moderado, a utilização deste indicador de qualidade para a classificação do estado ecológico das massas de água apenas é utilizado para discriminar entre o estado Excelente e Bom, sempre e quando os elementos de qualidade biológicos e físico-químicos alcancem o estado excelente.

Assim, dado que os elementos de qualidade hidromorfológica actuam unicamente como elementos de apoio na classificação do estado ecológico das massas de água, não se estabeleceram limites quantitativos entre as classes de estado, mas apenas se fez uma avaliação qualitativa em função da existência pressões hidromorfológicas significativas identificadas em cada uma das massas de água. Considerou-se que uma massa de água não alcança o estado excelente quando está submetida a pressões hidromorfológicas significativas.

#### B. Condições físico-químicas

##### B.1. Condições gerais

Segundo a DQA, a componente com maior peso na determinação do estado ecológico são os elementos biológicos, sendo os elementos físico-químicos fundamentais unicamente para a determinação do estado excelente ou bom. Para além da salinidade, elemento básico na definição das tipologias das massas de água de transição, os elementos que intervêm na determinação do estado físico-químico são a temperatura, a transparência, as condições de oxigenação e as condições relativas a nutrientes, como a amónia, os nitratos e os fosfatos.

Actualmente não estão ainda definidas condições de referência para estes elementos, o que limita a sua avaliação. Adicionalmente, a maior parte destes parâmetros apresenta uma elevada variabilidade nas massas de água de transição. Não tendo sido possível definir condições de referência com um nível de confiança aceitável, na elaboração do presente PGBH não foram considerados na avaliação do estado os parâmetros salinidade, temperatura, transparência e nutrientes. Relativamente às condições de oxigenação, adaptaram-se os limites propostos no método ASSETS (*Assessment of Estuarine Trophic*

Status) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration, United States of America*) (Bricker et al., 1999, 2003), com base no percentil 10 da concentração de oxigénio dissolvido.

## B.2. Poluentes específicos

No âmbito da avaliação dos elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos devem ser considerados poluentes específicos sintéticos e não sintéticos - todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água e outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água.

No decurso da implementação da DQA em Portugal devem portanto ser identificados os poluentes específicos a considerar na avaliação de estado das massas de água de transição e costeiras. Contudo, à data essa lista de substâncias não foi ainda elaborada.

Desta forma, na avaliação dos elementos químicos e físico-químicos serão considerados como poluentes específicos todas as substâncias analisadas na monitorização feita pelo IPIMAR a pedido da ARH Alentejo, excepto as substâncias consideradas na determinação do estado químico da massa de água e que constam na Directiva 2008/105/CE de 16 de Dezembro de 2008 (transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro).

Para o estabelecimento do Bom Estado Ecológico, as concentrações das substâncias consideradas não deverão ultrapassar os valores normativos indicados no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, no Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro, e no Decreto-Lei n.º 261/2003, de 21 de Outubro (ver Secção 6.1.6. “Métodos para a fixação das normas de qualidade ambiental” – Tomo 6).

## C. Condições biológicas

A definição das condições de referência necessita de ser suportada por um conjunto de dados de base sobre os elementos biológicos de base que permitam deduzir quais as características que a massa de água teria se não sofressem pressões de natureza antropogénica. O estabelecimento dos rácios de qualidade ecológica implica por seu lado o suporte de um exercício de intercalibração que garanta que os critérios de classificação assumem um carácter uniforme em todos os Estados-membros.

À data a definição das condições de referência para os elementos biológicos não foi ainda concluída. Em face desta situação, houve a necessidade de avançar com os dados de que se dispõe actualmente, ainda que estes permitam atribuir uma classificação às massas de água de transição apenas baseada num número mais restrito de elementos biológicos.



Não se dispondo ainda dos dados, quer históricos quer das campanhas efectuadas no âmbito da DQA, que permitam proceder a uma caracterização de acordo com a totalidade dos elementos biológicos e físico-químicos, numa primeira fase foi adoptada uma metodologia baseada no ASSETS (*Assessment of Estuarine Trophic Status*) da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, United States of America) (Bricker *et al.*, 1999, 2003). Embora esta abordagem não permita responder exactamente a todos os requisitos da DQA permite ainda assim, nos casos em que existam dados disponíveis, estabelecer uma classificação das massas de água de acordo com *standards* internacionais amplamente testados. Para além disso, nesta abordagem alguns destes parâmetros são assumidos como qualitativos e, portanto, mais facilmente extraíveis da literatura ou especificados com recurso a uma avaliação de um perito.

Nesta perspectiva foi aceite como base de trabalho que a definição das condições de referência para a tipologia A2 – estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio – a que pertencem os estuários da Região Hidrográfica 6, os estuários do Sado e do Mira, poderia ser feita com base nas seguintes opções:

- dados sobre elementos biológicos disponíveis para os respectivos estuários;
- dados de um ou mais estuários que se possam considerar representantes de uma situação com pouca influência humana;
- valores propostos na literatura;
- utilização da modelação como ferramenta de suporte.

As primeiras duas opções são sem dúvida as mais interessantes porque são efectivamente aquelas que respondem mais directamente aos requisitos da DQA. No entanto, infelizmente, os dados disponíveis para os estuários em análise à data de elaboração deste relatório são limitados em termos de informação sobre elementos biológicos, resumindo-se essa informação a alguns dados de fitoplâncton (essencialmente biomassa) e alguns (poucos) dados qualitativos sobre a presença ou ausência de outra flora aquática. Sabe-se também da existência de outros dados, nomeadamente correspondentes aos outros elementos de qualidade (macroinvertebrados bentónicos e peixes), contudo, a grande maioria não se encontra disponível para consulta. O INAG está actualmente a preparar uma base de dados com os dados históricos existentes com o objectivo de definir as condições de referência para os diferentes elementos.

A opção do uso de dados relativos a um ou mais estuários que se possam considerar representativos de uma situação relativamente prístina é, sem dúvida, bastante interessante porque é efectivamente aquela que responde mais directamente aos requisitos da DQA. Dos estuários portugueses do tipo considerado, aquele onde eventualmente poderia ser expectável poder encontrar uma situação menos alterada seria o estuário do Mira. Contudo, os dados disponíveis para este estuário são relativamente reduzidos.

Resta assim a opção de utilizarem-se valores *standard*, amplamente aceites a nível internacional, como é o caso dos valores propostos pela abordagem ASSETS para as concentrações de Clorofila a e oxigénio dissolvido. A opção de utilização de valores de outros estuários do mesmo tipo noutros países é também uma solução prevista na DQA. Neste caso o problema poderá residir no acesso aos dados, que nem sempre poderão ser disponibilizados.

Como forma de contornar a limitação de dados recorrer-se-á à modelação. Embora os dados não permitam fazer uma validação tão extensa dos modelos como seria desejável (e portanto, os respectivos resultados podem acarretar alguma incerteza) a utilização da modelação poderá suportar a elaboração de modelos conceptuais de funcionamento dos sistemas, que permitam perceber a variabilidade dos dados e, eventualmente, suportar a própria classificação.

Considerando os constrangimentos à utilização de locais de referência, a utilização da modelação assume uma grande importância, já que permite simular situações com poucas cargas de origem antropogénica e com uma exploração agrícola menos industrializada para tentar reproduzir o que poderia ser uma situação prístina. Esta opção tem, contudo, também inconvenientes: permite estabelecer valores de referência para parâmetros hidromorfológicos, físico-químicos e fitoplâncton (biomassa de clorofila), mas não permite obter conclusões sobre a respectiva composição nem sobre macroalgas, fauna bentónica ou peixes.

Numa segunda fase, não se dispoem ainda das condições de referência definitivas para a avaliação do estado das massas de água de transição da tipologia A2 (estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio), a que pertencem os estuários do Sado e do Mira, foram consideradas as condições definidas à data no âmbito do projecto EEMA (Avaliação do Estado Ecológico das Massas de Águas Costeiras e de Transição e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas) do INAG, reconhecendo, no entanto, que as mesmas podem sofrer alterações no processo de intercalibração vindouro. Com base nessas condições e nos sistemas de classificação desenvolvidos, está também a ser determinado o estado ecológico das massas de água de transição no âmbito do projecto EEMA. Esses resultados serão considerados no âmbito deste trabalho.

### C.1. A abordagem ASSETS (*Assessment of Estuarine Trophic Status*)

O desenvolvimento da metodologia ASSETS baseou-se essencialmente numa avaliação da eutrofização em zonas estuarinas que incluiu o estudo de 138 estuários nos Estados Unidos da América (E.U.A.) e, posteriormente, analisou diferentes estuários europeus para testar a respectiva comparabilidade. O desenvolvimento da abordagem nos E.U.A. teve como motivação a necessidade de promoção de medidas a nível legislativo adequado para reduzir os problemas relacionados com o excesso de nutrientes. Este

procedimento foi também utilizado a fim de analisar o cumprimento das Directivas da União Europeia, como a Directiva das Águas Residuais Urbanas.

Esta metodologia foi já objecto de aplicação aos estuários portugueses, tendo o projecto TICOR (Bettencourt *et al.*, 2004) aconselhado a sua utilização: “A biomassa e abundância do fitoplâncton deve ser avaliada através de uma metodologia integrada, porque os efeitos do enriquecimento orgânico podem-se manifestar também nas mudanças de flora bentónica. A utilização do método ASSETS é recomendada”.

Este método usa uma combinação de sintomas primários e secundários para derivar uma “condição global de eutrofização” (Estado), que é depois associada a uma medida das “influência antropogénica” (Pressão) e da “previsão do futuro” (Resposta), apresentando os componentes essenciais de um modelo Pressão-Estado-Resposta.

Esta abordagem assenta numa filosofia ligeiramente diferente da que tem vindo a ser mais difundida no âmbito da DQA dando prioridade a uma visão do ecossistema baseada nos sintomas e não nos indicadores. Por esta razão as concentrações de nutrientes não são consideradas como elemento relevante para avaliação do estado – concluiu-se que não era possível estabelecer relações claras entre a disponibilidade de nutrientes e a produção primária. Em vez disso considera-se como elemento de avaliação a biomassa, sendo os nutrientes considerados somente enquanto elemento de suporte. No caso das influências das pressões antropogénicas, estas são expressas pelos valores máximos das concentrações de DIN (*dissolved inorganic nitrogen*).

As condições gerais de eutrofização descrevem o estado do sistema considerando sintomas primários (clorofila, epífitos, macroalgas) e sintomas secundários (deficiência de oxigénio, perda de vegetação aquática submersa, a ocorrência de microalgas tóxicas). A abordagem contempla ainda a consideração de cenários de perspectivas futuras relacionadas com aspectos hidrodinâmicos que caracterizam a sensibilidade do sistema.

A classificação final permite a diferenciação do estado dos corpos de água em cinco classes que correspondem em termos genéricos às preconizadas na DQA. O Quadro 2.1.84 apresenta uma comparação entre a metodologia ASSETS e a DQA.

Quadro 2.1.84 – Comparação entre as etapas da metodologia ASSETS e a Directiva Quadro da Água.

ASSETS	Directiva Quadro da Água
(1) Influências antropogénicas (OHI: Overall Human Influences)	
(2) Condições globais de eutrofização	

ASSETS	Directiva Quadro da Água
(OEC: Overall Eutrophication condition): <b>Sintomas primários</b>	
Clorofila <i>a</i>	Abundância de “Fitoplâncton” Transparência
Macroalgas	“Outras plantas aquáticas”
Epífitos	“Outras plantas aquáticas”
<b>(3) Condições globais de eutrofização: Sintomas secundários</b>	
Depleção de oxigénio dissolvido	Condições de Oxigénio
Perda de vegetação aquática submersa	“Outras plantas aquáticas”
<i>Blooms</i> de algas tóxicas	Composição e abundância de “Fitoplâncton”
<b>(4) Integração das Condições globais de eutrofização</b>	
<b>(5) Alterações nas descargas de nutrientes e na Hidrodinâmica</b>	
<b>(DFO: Determining Future Outlook)</b>	Condição dos nutrientes
<b>(6) Classificação global</b>	Classificação global

A obtenção de uma classificação geral mediante a metodologia ASSETS passa pela execução dos seguintes passos:

- Divisão do estuário em três zonas de salinidade: menor que 0,5, entre 0,5 e 25 e maior que 25.
- As influências antropogénicas são classificadas em cinco *scores* (de 1 a 5).
- As condições de eutrofização são traduzidas em 2 ou 3 *scores* possíveis para cada um dos sintomas (alto, médio ou baixo; observado ou desconhecido; problemas ou inexistência de problemas). Estas condições têm em consideração a cobertura espacial do sintoma (alta = maior que 50%, moderada = de 25 a 50%, baixa = 10 a 25%, muito baixos = menor que 10%, desconhecida) e/ou a respectiva duração (dia, semana ou mês).
- A frequência dos sintomas (periódicos, episódicos, desconhecido) é transferida para expressões individuais (alta, média, baixa ou sinalizada), que são equivalentes a três valores numéricos (Elevada = 1, moderada = 0,5, baixa = 0,25, diferentes bandeiras = 0,25 ou 0,5). As bandeiras são usadas para classificar as componentes para as quais não há dados suficientes disponíveis, tendo sido assumidas estimativas conservadoras.
- Algumas das possíveis combinações são condensadas. Por exemplo, para a ocorrência episódica de concentração média de Clorofila *a* cobertura espacial moderada, baixa e muito baixa é expressa por “baixo” apenas. Para os sintomas secundários o valor do pior caso dita

a classificação. Os valores (diferenciados entre 0 e 1) são transferidos para 3 categorias (baixo, moderado e alto).

- Os *scores* dos sintomas primários e secundários são combinados numa classificação geral para as condições de eutrofização, resultando em cinco possíveis classes: alta, média alta, moderada e baixa.
- A simulação de cenários de pressão, representados por diferentes condições (redução, nenhuma mudança ou aumento), é combinada com a sensibilidade (alta, moderada ou baixa) dos estuários resultando em cinco classes possíveis: grandes melhorias, pequenas melhorias, sem alteração, pequeno agravamento, grande agravamento.
- A condensação das avaliações das categorias “influências antropogénicas” (Pressão), “condições de eutrofização” (Estado) e “cenários futuros” (Resposta) resulta finalmente na atribuição de um grau de classificação global. Às categorias pressão e estado é dada uma relevância superior às respostas.

Na metodologia ASSETS os limiares e intervalos para as diferentes componentes são definidos e usados de formas diferentes. São definidos três níveis para as concentrações máximas de Azoto e Fósforo dissolvidos, que não são, no entanto, utilizados na avaliação, uma vez que se considera que as concentrações de nutrientes não reflectem os valores da produção.

Os valores de referência são calculados a partir de inputs marinhos e relacionados com gradientes de salinidade, sendo propostos intervalos e limites para a Clorofila a (baixa: menor que 5 mg l<sup>-1</sup>) e oxigénio dissolvido (sem stress biológico: maior que 5 mg l<sup>-1</sup>).

Outra avaliação quantitativa é proposta para a cobertura espacial da vegetação aquática submersa (1-2 m de profundidade): menor que 10%, entre 10 e 25%, entre 25 e 50%, maior que 50%.

Todos os limites e intervalos foram definidos com base na revisão da literatura por parte dos cientistas e gestores que trabalham nos 138 sistemas estuarinos norte-americanos analisados inicialmente. Actualmente limiares/escalas e indicadores específicos estão a ser reavaliados e serão modificados de forma a avaliar com mais precisão os sistemas.

Outros indicadores, como algas, epífitos, *blooms* de algas tóxicas são avaliados com base num critério problema/não problema. Actualmente existem métodos que estão a ser desenvolvidos para tornar a avaliação dos indicadores mais quantitativa, tanto quanto possível.

## C.2 Modelação

Os modelos constituem uma mais-valia no suporte à classificação de estuários já que a dinâmica destas massas de água pode tornar bastante complexa a análise dos dados, sobretudo daqueles que têm que ver com elementos dependentes do que se passa na coluna de água. Os dados obtidos mediante a abordagem tradicional de monitorização mensal de um ponto num estuário, ou mesmo diária, só apresentam relevância quando o número de amostras é suficientemente elevado.

A variabilidade da concentração de um parâmetro num ponto associada a um ciclo de maré pode ser muito grande, mesmo da ordem de grandeza de variações sazonais. Sendo, por exemplo, a avaliação dos valores de fitoplâncton para efeitos de classificação baseada no percentil 90, o facto das medidas serem igualmente distribuídas ao longo do ciclo de maré ou serem concentradas na enchente ou vazante pode introduzir desvios significativos nas conclusões. Também a percepção das condições meteorológicas que antecederam os dias das medidas pode ser fundamental para entender a relevância dos dados como elemento característico do sistema. Por exemplo, a seguir a um período de grandes caudais é normal verificar-se um incremento de nutrientes que chegam ao estuário e, conseqüentemente, nos casos mais gerais em que existem poucos dados para caracterização do sistema, se houver muitas medidas que incluam períodos desta natureza, também isso pode contribuir para visões enviesadas do sistema. Nestes casos o modelo, uma vez validado, pode ser utilizado como elemento “normalizador” dos valores medidos.

Os modelos biogeoquímicos utilizados no âmbito do presente trabalho permitem simular as trocas com o fundo e com a atmosfera, os ciclos dos nutrientes e a produtividade primária, sendo estes elementos indicadores do nível trófico do estuário. A quantidade de biomassa é aproximada, em vários trabalhos, como a concentração de fitoplâncton e zooplâncton (em mg Carbono l<sup>-3</sup>). O seu papel é fundamental, uma vez que, estando na base da cadeia alimentar, deles dependem, directa ou indirectamente, a generalidade das comunidades marinhas, nomeadamente no que diz respeito à obtenção de energia. Desta forma, as suas concentrações no estuário funcionam como um importante indicador do estado de equilíbrio do sistema.

Os principais factores limitantes do crescimento do fitoplâncton são os nutrientes, a temperatura e a luz. O nutriente limitante é o azoto, nas suas formas assimiláveis, nitrato e amónia. A temperatura condiciona o metabolismo do fitoplâncton e do zooplâncton. A quantidade de luz solar disponível depende directamente da quantidade de sedimentos existentes na coluna de água e do próprio auto-sombreamento do fitoplâncton.

O estudo da variação da concentração de fitoplâncton, zooplâncton e de nutrientes requer do sistema de modelação a utilização de três módulos fundamentais: o módulo hidrodinâmico, o primeiro a ser utilizado, que calcula um campo de velocidades e os correspondentes coeficientes de difusão turbulenta, o módulo de transporte, onde se procede à resolução dos termos relativos à advecção-difusão, responsáveis pelo transporte da propriedade e, o módulo de qualidade da água, que se serve dos resultados do Modelo de Transporte de Sedimentos, dos quais depende a quantidade de luz disponível para o fitoplâncton. O módulo de qualidade da água calcula os termos de fontes e poços, em função das concentrações das propriedades em cada instante, para cada célula da malha.

No âmbito do presente trabalho foram implementados modelos biogeoquímicos para os estuários do Sado e Mira que são apresentados no Anexo I.3 (Tomo 2C).

O cálculo da evolução das propriedades de qualidade da água é feito com recurso a um módulo específico: o módulo Water Quality. Este módulo é responsável pelo cálculo dos termos relativos às fontes e poços, específicos para cada propriedade fundamental, em cada uma das células da malha e em cada instante (Martins *et al.*, 2003). São resolvidas as equações para o ciclo do azoto por ser este o nutriente limitante para o crescimento do fitoplâncton nos sistemas analisados. As simulações são efectuadas com uma duração de três anos para permitir a estabilização dos processos (especialmente os ocorridos no fundo). A análise é depois efectuada aos resultados do último ano. Uma duração mínima de um ano torna-se necessária para permitir a análise da variação sazonal das propriedades.

As fontes e poços associados a cada propriedade dependem dos processos químicos e biológicos em que está envolvida e encontram-se associados aos ciclos biogeoquímicos do azoto e do oxigénio. Em traços gerais encontram-se descritos no modelo os principais processos de qualidade da água existentes no meio marinho, tais como o crescimento de fitoplâncton dependente da concentração de nutrientes existente na coluna de água, temperatura e intensidade luminosa, o consumo de fitoplâncton pelo zooplâncton, a mineralização da matéria orgânica na coluna de água e ainda os processos de nitrificação e desnitrificação.

Desta forma, é possível calcular, em cada célula da malha, o valor da concentração de azoto (nas formas de amónia, nitrato, nitrito, azoto orgânico dissolvido refractário (DON<sub>r</sub>), não refractário (DON<sub>nr</sub>), e azoto orgânico particulado (PON), oxigénio dissolvido, fitoplâncton e zooplâncton além de temperatura, salinidade e concentração de sólidos em suspensão. Actualmente encontra-se em fase de desenvolvimento e teste no MOHID a descrição de alguns processos responsáveis pela interacção entre os sistemas benthico e pelágico tais como a mineralização da matéria orgânica depositada no fundo que pode contribuir de forma significativa para a regeneração de nutrientes. Estes processos foram também

incluídos nas simulações. Do ponto de vista computacional esse tipo de simulação é muito exigente obrigando ao uso de uma malha de cálculo com menos resolução espacial. Usam-se por isso malhas com passos espaciais da ordem de duas vezes o usado nas simulações hidrodinâmicas.

O forçamento físico é semelhante ao utilizado na modelação hidrodinâmica, com maré real nas fronteiras abertas e caudais médios mensais nas fronteiras com rios. As elevações de maré são obtidas através das componentes de maré. Os caudais dos rios são obtidos da base de dados SNIRH do INAG (Instituto Nacional da Água) ou com base em resultados de modelos de bacia utilizando para o efeito a informação meteorológica disponível.

A radiação solar é calculada com base no modelo de radiação. Como se tratam de simulações sazonais a utilização de condições de radiações horárias ou médias diárias não altera muito o resultado. Devido à natureza média das condições fronteira utilizadas, nomeadamente no que diz respeito às cargas provenientes dos cursos de água e do oceano, as simulações efectuadas não pretendem reproduzir em detalhe os fenómenos pontuais obtidos experimentalmente. O principal objectivo é a identificação dos processos envolvidos e a sua importância relativa, e direccionar o trabalho para aquelas lacunas do conhecimento que são mais importantes.

Para além dos processos na coluna de água verifica-se que a mineralização da matéria orgânica no fundo é também um processo importante em todos os domínios à excepção de Albufeira. Incluiu-se por isso esse fenómeno nas simulações, contabilizando-se para isso a matéria orgânica que a cada momento se deposita ou ressuspende e a respectiva taxa de mineralização.

### 2.1.10.3. Descrição das Condições de Referência

#### A. Condições hidromorfológicas

Considerou-se que uma massa de água não alcança o estado excelente quando está submetida a pressões hidromorfológicas significativas. Os critérios para identificação das pressões significativas morfológicas e hidrodinâmicas foram estabelecidos no Tomo 5A “Pressões Significativas”, mais concretamente na secção referente às “Pressões hidromorfológicas”, sendo apresentadas novamente no Quadro 2.1.85



Quadro 2.1.85 – Critérios utilizados para classificar as pressões hidromorfológicas a actuar em massas de água de transição como significativas.

Pressão	Critério de classificação como significativa
Dragagens	Todas as que se efectuam fora da área de portos.
Fixação de margens	Quando o comprimento total das estruturas de fixação de margens inventariadas é superior a 15% do perímetro da massa de água.
Conquista de áreas ao estuário	Não incluídos. Considera-se que representam uma perda histórica de superfície estuarina, mas não implicam que o estado da massa de água possa ser afectado.
Barragens e represas	Quando a superfície isolada ou com o fluxo de água potencialmente restringido é superior a 15% da massa de água.
Quebra-mares, esporões, pontões e pontes	Não incluídos. Considera-se que permitem o fluxo de água e que não são suficientemente significativos para impedir a consecução de um bom estado ecológico.

Fonte: Adaptado de Gobierno de Cantabria, s.d. (<http://dma.medioambientecantabria.es>)

No entanto, tendo em conta os objectivos pretendidos com esta avaliação, neste caso, apenas foram consideradas as pressões hidromorfológicas mais importantes, i.e. as dragagens, as fixações de margens e as barragens. As primeiras consideradas como elementos que mudaram completamente as margens das massas de água naturais e, portanto, o tipo de habitat preexistente. As barragens são consideradas pressões particularmente relevantes, uma vez que restringem o fluxo de água, permitem a sua regulação e podem criar áreas fechadas à circulação geral do estuário.

Em suma, considera-se que uma massa de água não atinge o estado excelente no âmbito dos elementos de qualidade hidromorfológicos, se for submetida a pressões significativas criadas pela ocorrência de obras de dragagem, fixações das margens ou existência de barragens.

## B. Condições físico-químicas

### B.1. Condições gerais

#### B.1.1. Oxigénio dissolvido

Relativamente às condições de oxigenação das massas de água, adaptaram-se os limites propostos no método ASSETS (*Assessment of Estuarine Trophic Status*) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration, United States of America*) (Bricker *et al.*, 1999, 2003), que tem como base o percentil 10 da concentração de oxigénio dissolvido.

Para a avaliação do parâmetro físico-químico Oxigénio dissolvido na metodologia ASSETS são consideradas quatro classes, que foram adaptadas às classes de estado da DQA e utilizadas na avaliação do estado das massas de água de transição (Quadro 2.1.86).

Quadro 2.1.86 – Classes de concentração de oxigénio dissolvido utilizadas no âmbito da aplicação do ASSETS e sua adaptação para avaliação das massas de água de transição segundo os requisitos da DQA

Classe de estado do ASSETS	Limites (mg/l)	Classe de estado da DQA
Anóxia	0	Mau
Hipóxia	0 - 2	Medíocre
Stress biológico	>2 - 5	Moderado
Sem problemas	>5	Bom/Excelente *

Observação:

\* O estado Excelente ou Bom é atribuído consoante o estado dos outros elementos de qualidade.

## B.2. Poluentes específicos

Os valores normativos existentes na legislação para as substâncias consideradas no elemento de qualidade “poluentes específicos” são apresentados na Secção 6.1.6. “Métodos para a fixação de normas de qualidade ambiental” (Tomo 6). Tal como já foi referido, os actos legislativos de suporte da avaliação são o Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, o Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro, e o Decreto-Lei n.º 261/2003, de 21 de Outubro.

### B.2.1. Estuário do Sado

Para avaliação do parâmetro “poluentes específicos”, nas seis massas de água de transição do estuário do Sado foram consideradas as seguintes substâncias:

- Cobre, Crómio, Arsénio, Cianetos, Zinco, Bifenilos policlorados (CB18, CB52, CB101, CB149, CB118, CB138, CB153, CB180), pp’DDE, pp’DDD, Dimetoato, Linurão, Bentazona, MCPA, Molinato, Terbutilazina, 2,4diclorofenol, triclorofenol, 2-clorofenol, 3-clorofenol, 2,3-diclorofenol, 2,3,5-triclorofenol, 2,3,5,6-Tetraclorofenol, 4-cloro-3-metilfenol, Compostos fenólicos, Fenantreno, Pireno, Xileno, Tolueno, Isopropilbenzeno, Etilbenzeno, Tricloroeteno, Tetracloroetano, 1,1,2 – tricloroetano, 1,2 Dicloroetileno, Percloroetileno, Clorometano, Cloroetano, Tetraclorometano, Clorobenzeno, Bromofórmio, 1,2-Dicloropropano e n-propilbenzeno.

### B.2.2. Estuário do Mira

Nas três massas de água de transição do estuário do Mira foram considerados as seguintes substâncias na avaliação do parâmetro “poluentes específicos”:

- Cobre, Crómio, Zinco, Bifenilos policlorados (CB18, CB52, CB101, CB149, CB118, CB138, CB153, CB180), 2,4diclorofenol, triclorofenol, Fenantreno, Pireno, pp’DDE, pp’DDD, Molinato, Dimetoato, Terbutilazina, MCPA, Linurão, Bentazona, Percloroetileno, Tetracloroeteno, Tricloroeteno, Clorometano, Cloroetano, Tetraclorometano, Clorobenzeno, Bromofórmio, 1,2-Dicloropropano e n-Propilbenzeno.

### C. Condições biológicas

#### C.1. Fitoplâncton

##### C.1.1. Parâmetro indicador de biomassa: Clorofila a

##### C.1.1.1. Metodologia ASSETS

O ASSETS propõe quatro níveis para a classificação da eutrofização: Hipertrófico, Elevado, Médio e Baixo (Quadro 2.1.87).

Quadro 2.1.87 – Níveis para a classificação do parâmetro indicador de biomassa de fitoplâncton, concentração de Clorofila a, do método ASSETS da NOAA .

Classes de estado	Limites ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Hipereutrófico	>60
Elevado	>20 - <=60
Médio	>5 - <=20
Baixo	<5

Atendendo a que o nível “Médio” engloba uma gama de 5 a 20  $\mu\text{g l}^{-1}$  considerou-se que, para uma melhor adaptação às cinco classes propostas na Directiva, se deveria criar uma classe intermédia, designada de Moderada, entre 10 e 20  $\mu\text{g l}^{-1}$ . O valor das 10  $\mu\text{g l}^{-1}$  constitui uma referência tanto nas metodologias propostas pelo IFREMER, o Instituto Francês de Pesquisa para a Exploração do Mar (Quadro 2.1.88), como nos valores de referência propostos para as águas costeiras (10-12  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) (como limite de separação entre os estados Bom e Moderado).

Quadro 2.1.88 – Condições de referência para o indicador de biomassa de Fitoplâncton, concentração de Clorofila a, do IFREMER.

Classes de estado	Limites ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Mau	>40
Medíocre	>20 - $\leq$ 40
Médio	>10 - $\leq$ 20
Bom	>5 - $\leq$ 10
Muito bom	<5

As condições de referência utilizadas para o elemento de qualidade biológica “Fitoplâncton”, tendo em conta o parâmetro indicador “Percentil 90 da concentração de Clorofila a, são as apresentadas no Quadro 2.1.89.

Quadro 2.1.89 – Adaptação das condições de referência do Método ASSETS para o elemento de qualidade biológica “Fitoplâncton”, tendo em conta o parâmetro indicador “Percentil 90 da concentração de Clorofila a”, às classes propostas pela Directiva Quadro da Água.

Classes de estado ASSETS	Classe de Estado DQA	Limites ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Hipereutrófico	Mau	>60
Elevado	Medíocre	>20 - $\leq$ 60
Moderado	Razoável	>10 - $\leq$ 20
Médio	Bom	>6 - $\leq$ 10
Baixo	Excelente	<6

#### C.1.1.2. Metodologia EEMA

Nos Quadros 2.1.90 e 2.1.91 apresentam-se os limites entre as várias classes de estado considerando o percentil 90 da concentração de Clorofila a para estuários largos (subtipo em que se insere o estuário do Sado) e estreitos (subtipo em que se insere o estuário do Mira) da tipologia A2, respectivamente. Este sistema de classificação foi definido pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA.

Quadro 2.1.90 – Condições de referência para o percentil 90 da concentração de Clorofila a para estuários largos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA

Limites entre as classes de estado	Gama de salinidade			EQR
	0 a 5	5 a 25	>25	
	Limites (Chl a µg/l)			
Excelente / Bom	12	12	10	0,67
Bom / Razoável	18	18	15	0,44
Razoável / Mediocre	26,67	26,67	22	0,3
Mediocre / Mau	40	40	33,5	0,2
Referência	6,67	6,67	6	-

Quadro 2.1.91 – Condições de referência para o percentil 90 da concentração de Clorofila a para estuários estreitos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA

Limites entre as classes de estado	Gama de salinidade			EQR
	0 a 5	5 a 25	>25	
	Limites (Chl a µg/l)			
Excelente / Bom	12	10	8	0,67
Bom / Razoável	18	15	12	0,44
Razoável / Mediocre	26,67	22	17,5	0,3
Mediocre / Mau	40	33,5	26,5	0,2
Referência	8	6,67	5,3	-

Deve-se, no entanto, salientar as condições de referência apresentadas e respectivos limites poderão ainda ser ajustados na fase de intercalibração vindoura.

### C.1.2. Blooms de algas tóxicas

#### C.1.2.1. Metodologia ASSETS

A ocorrência de *blooms* de algas tóxicas constitui outro sintoma de avaliação do estado trófico das massas de água de transição. Relativamente a este parâmetro, o ASSETS considera a existência de duas grandes classes qualitativas assentes na ocorrência de episódios de *blooms*: “há *blooms*” ou “não há *blooms*”.

### C.1.2.2. Metodologia EEMA

No Quadro 2.1.92 apresentam-se os limites entre as várias classes de estado considerando a frequência de ocorrência de *blooms* de microalgas para estuários largos (subtipo em que se insere o estuário do Sado) e estreitos (subtipo em que se insere o estuário do Mira) da tipologia A2. Este sistema de classificação está a ser definido pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA.

Quadro 2.1.92 – Condições de referência para a frequência de ocorrência de *blooms* de microalgas para estuários largos e estreitos da tipologia A2 propostas pelo grupo de trabalho sobre o elemento de qualidade “Fitoplâncton” criado no âmbito do projecto EEMA

Limites entre as classes de estado	Gama de salinidade			EQR
	0 a 5	5 a 25	>25	
	%			
Excelente / Bom	33,3	33,3	33,3	0,50
Bom / Razoável	41,67	41,67	41,67	0,40
Razoável / Mediocre	50,00	50,00	50,00	0,33
Mediocre / Mau	58,33	58,33	58,33	0,29
Referência	16,67	16,67	16,67	-

É, no entanto, de salientar que as condições de referência apresentadas e respectivos limites muito provavelmente serão ainda ajustados na fase de intercalibração futura.

## C.2. Outra flora aquática

### C.2.1. Metodologia ASSETS

#### Macroalgas

Em relação às macroalgas, o ASSETS considera uma classificação em três classes baseadas na existência de problemas com estes elementos de qualidade: “há problemas”, “foram observadas ocorrências” e “problemas desconhecidos”.

#### Epífitos

No caso dos epífitos, o ASSETS utiliza o mesmo critério das Macroalgas, dividindo o descritor em três classes baseadas na existência de problemas com estes elementos de qualidade: “há Problemas”, “foram observadas ocorrências” e “problemas desconhecidos”.

### Vegetação Aquática Submersa

Eventuais observações de perdas de vegetação aquática submersa constituem na abordagem ASSETS um sintoma secundário de problemas na massa de água. Este elemento de qualidade é dividido em duas grades classes: “perdas observadas” e “perdas não observadas”.

#### C.2.2. Metodologia EEMA

##### C.2.2.1. Macroalgas

No âmbito do projecto EEMA, para avaliação da qualidade ecológica de águas de transição, está a ser desenvolvido um sistema multimétrico derivado do índice MAB “*Macroalgae Blooming*”, que foi desenvolvido e intercalibrado pelo Reino Unido, Irlanda e Alemanha no primeiro exercício. Portugal intercalibrou este índice, com duas opções, apenas nas águas de transição - projecto RECITAL, Patrício *et al.* (2007).

As métricas que compõem originalmente o índice MAB são baseadas na área ocupada pelos florescimentos de macroalgas e em estimativas da abundância que podem incidir sobre a cobertura, a biomassa ou ambas e cumprem as definições normativas da DQA.

Nos sistemas de águas de transição em Portugal continental os florescimentos de macroalgas são constituídos quase em exclusividade por algas verdes ulváceas (filo Chlorophycophyta, família Ulvaceae). As métricas que compõem a opção 2 do índice MAB proposta por Patrício *et al.* (2007), incluem: a área intertidal disponível para os florescimentos, i.e., excluindo as áreas ocupadas por vegetação e/ou substrato duro; a área ocupada pelos florescimentos; e a percentagem de cobertura dos florescimentos. A métrica biomassa (peso fresco por metro quadrado) não é considerada nesta opção 2. As métricas e as condições de referências são apresentadas no Quadro 2.1.93. É de salientes que os actuais limites poderão ainda ser ajustados no segundo exercício de intercalibração (2009-2011).

Quadro 2.1.93 – Valores de referência para florescimentos de macroalgas

Métrica	Condições de referência
Área de Cobertura	< 1 km <sup>2</sup>
Percentagem de Cobertura	< 5%

Os critérios de classificação para as métricas da opção 2 do índice MAB, área de cobertura total e percentagem de cobertura, são apresentados no Quadro 2.1. 94. Os valores apresentados poderão ainda ser ajustados no segundo exercício de intercalibração (2009-2011).

Quadro 2.1.94 – Métricas que compõem a opção 2 do índice MAB e critérios de classificação

Métrica	Excelente	Bom	Razoável	Medíocre	Mau
% de cobertura	<5	5 -15	15 - 25	25 - 75	>75
Área de Cobertura (km <sup>2</sup> )	<1	Sem alteração			
	1 – 4,99	Sem alteração			
	5 – 9,99	Deprecia 1 classe			
	10 – 24,99	Deprecia 2 classes			
	>25	Deprecia 3 classes			

#### C.2.2.2. Sapais

Para avaliar a qualidade ecológica das massas de água de transição através da vegetação de sapal foram adoptadas métricas que avaliam os parâmetros “abundância” e “composição taxonómica”. A composição taxonómica tem em conta as espécies mais características de cada um dos níveis de sapal (inferior, médio e superior). De uma lista de possíveis *taxa*, a presença de alguns deles é obrigatória para que o sapal possa atingir uma qualidade elevada. Por outro lado, os aspectos relacionados com a abundância são avaliados pelo desvio relativo da cobertura às condições de referência.

As condições de referência (Quadro 2.1.95) definidas passam, para a composição taxonómica, pela contabilização das espécies principais e secundárias existentes em cada zona do sapal, e, para o desvio da cobertura em relação à cobertura óptima, se a área coberta por alguns *taxa* está de acordo com os intervalos considerados para situações pouco ou nada alteradas.

Quadro 2.1.95 – Condições de referência para as métricas composição taxonómica e desvio relativo à cobertura óptima

Métrica	Condições de Referência		
	Zona inferior	Zona média	Zona superior
Composição taxonómica	I Espécie principal I Espécie secundária	3 Espécies principais	4 Espécies principais
% Cobertura das principais espécies	<i>Spartina marítima</i> / <i>Scirpus maritimus</i> : 20-30% <i>Sarcocornia fruticosa</i> / <i>S. perennis</i> : 30-40% <i>Halimione portulacoides</i> : 20-30% <i>Juncus maritimus</i> : 20-30% Outros <i>taxa</i> : 10-20%		

O cálculo do índice implica a atribuição de um valor que está relacionado com o desvio que apresenta em relação às condições de referência.



Para a composição taxonómica, na zona inferior, é atribuído um valor de 0,9 ou 0, respectivamente se surge ou não uma das espécies consideradas principais, e 0,1 ou 0, respectivamente se surge ou não alguma das espécies secundárias constantes na lista de espécies (Quadro 2.1.96). Na zona média, é atribuído um ponto a cada uma das espécies presentes, até a um máximo de 3 pontos. Na zona superior do sapal, cada espécie presente tem um valor de 0,25 pontos, contribuindo esta zona até 1 valor para o geral da métrica.

A métrica que contabiliza o desvio da cobertura em relação à cobertura ótima é pontuada com um valor, quando a cobertura cai dentro do intervalo ótimo de cada espécie, com 0 se a espécie está ausente, ou com 0,5 se o desvio se registar para cima ou para baixo. Esta métrica terá um máximo de 5 pontos, um por cada uma das 5 espécies consideradas.

Quadro 2.1.96 – Lista de espécies principais e secundárias definidas para a determinação do estado com base na métrica “composição taxonómica”

Métrica	Condições de Referência		
	Zona inferior	Zona média	Zona superior
Taxa principais	<i>Spartina marítima</i> <i>Juncus maritimus</i> <i>Scirpus maritimus</i>	<i>Scirpus maritimus</i> <i>Aster tripolium</i> <i>Halimione portulacoides</i> <i>Sarcocornia fruticosa</i> <i>Sarcocornia perennis</i> <i>Puccinelia marítima</i> <i>Triglochim</i>	<i>Arthrocnemum macrostatum</i> <i>Sarcocornia perennis</i> <i>Sarcocornia fruticosa</i> <i>Chenopodium maritimum</i> <i>Phragmites Atriplex halimus</i> <i>Inula critmoides</i> <i>Suaeda vera</i>
Taxa secundários	<i>Aster tripolium</i> <i>Salicornia nitens</i> <i>Puccinelia marítima</i>		

Os valores das métricas são somados e o resultado dividido por 10 (máximo de pontos possível na soma das duas métricas) para obtenção do EQR. No Quadro 2.1.97 são apresentadas as fronteiras entre as classes de qualidade ecológica.

Quadro 2.1.97 – Valores de fronteira entre as classes de qualidade ecológica das massas de água de transição com base na vegetação de sapal

Estado	Mau	Medíocre	Razoável	Bom	Excelente
EQR	0 – 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,70	0,70 – 0,85	0,85 - 1

### C.2.2.3. Ervas Marinhas

Para avaliar a qualidade ecológica das massas de água de transição através das ervas marinhas está a ser desenvolvido no âmbito do projecto EEMA do INAG um sistema múltimétrico derivado do índice *Intertidal Seagrass: Abundance and Species Composition* (Foden, 2007). As condições de referência, ainda em desenvolvimento, são as apresentadas no Quadro 2.1.98. É ainda de salientar que Portugal ainda não procedeu à intercalibração dos valores de referência e fronteira relativos a este elemento de qualidade ecológica.

Quadro 2.1.98 – Valores de referência para florescimentos de macroalgas

Métrica	Condições de referência
Número de espécies	2 (3)
Área de Cobertura	Sem perda
Percentagem de Cobertura	
<i>Zostera marina</i>	≥ % Máxima *
<i>Zostera noltii</i>	≥ % Máxima *
<i>Cymodocea nodosa</i>	≥ % Máxima *

\* Relativamente à situação histórica conhecida

### C.3. Macroinvertebrados bentónicos

Para avaliação do elemento de qualidade biológica “macroinvertebrados bentónicos” utiliza-se a metodologia P-BAT - *Portuguese Benthic Assessment Tool* (Teixeira *et al.*, 2009). O P-BAT é uma metodologia multimétrica que utiliza três índices desenvolvidos em trabalhos anteriores, com o objectivo de ir ao encontro das recomendações da DQA de incluir a abundância e a composição dos invertebrados bentónicos.

As métricas seleccionadas para traduzir esses atributos foram o índice de *Margalef* (d) (Margalef, 1968) e o índice de *Shannon-Wiener* ( $H' \log_2$ ) (Shannon and Weaver, 1963), que fornecem medidas complementares da biodiversidade, e o *AZTI's Marine Biotic Index* (AMBI) (Borja *et al.*, 2000), que se baseia na presença de espécies sensíveis e indicadoras de poluição. Para combinar os três índices é usada a Análise Factorial, com a Análise das componentes principais como método de extracção (Teixeira *et al.*, 2009).

Quer as condições de referência quer os valores de fronteira entre as classes de qualidade encontram-se ainda em fase de desenvolvimento.

#### C.4. Peixes

No âmbito do projecto EEMA, foi criado o índice multimétrico *Estuarine Fish Assessment Index* (EFAI) para avaliação da qualidade ecológica do elemento de qualidade “peixes” nas águas de transição. Este índice é composto por sete métricas (Quadro 2.1.99), representativas das características estruturais e funcionais das comunidades piscícolas de zonas de transição, tendo sido testadas em dados históricos de diferentes estuários portugueses, utilizando a mesma metodologia e a mesma época de amostragem.

Quadro 2.1.99 – Índice “*Estuarine Fish Assessment Index*” (EFAI)

N.º métrica	Nome da métrica	Scores		
		1	3	5
1	Riqueza específica	≤10	10 a 20	>20
2	Percentagem de indivíduos que utilizam o estuário como viveiro	≤10%	10% a 50%	>50%
3	Espécies residentes	1&1	1&3; 1&5; 3&1; 3&3; 5&1	3&5; 5&3; 5&5
3.1	Percentagem de indivíduos	≤10% e >90%	10% - 30% e 70% - 90%	30% - 70%
3.2	Número de espécies	≤2	2 a 5	>5
4	Espécies piscívoras (exclusivamente ou não)	1&1	1&3; 1&5; 3&1; 3&3; 5&1	3&5; 5&3; 5&5
4.1	Percentagem de indivíduos	≤10% e >90%	10% - 30% e 70% - 90%	30% - 70%
4.2	Número de espécies	≤5	5 a 12	>12
5	Espécies diádromas	Redução no número de espécies	Redução na abundância	Sem redução
6	Espécies introduzidas	Presente e abundante	Presente, mas rara	Ausente
7	Espécies sensíveis a perturbações	Redução no número de espécies	Redução na abundância	Sem redução

É de salientar que os *scores* das métricas “Espécies diádromas”, “Espécies sensíveis a perturbações” e “Espécies introduzidas” são atribuídos com recurso à apreciação de peritos. Deve-se ainda ter presente que as condições de referência apresentadas e respectivos limites (Quadro 2.1.100) poderão ainda ser ajustados na fase de intercalibração vindoura.

Quadro 2.1.100 – Correspondência entre os resultados do índice EFAI, os valores de EQR e as classes de qualidade ecológica

Índice ( $\Sigma$ )	EQR	Qualidade Ecológica
7-10	0,2	Mau
11-14	0,31	Medíocre
15-20	0,42	Razoável
21-29	0,6	Bom
30-35	0,85	Excelente

## 2.1.11. Condições de referência para Águas Costeiras

### 2.1.11.1. Introdução

As condições de referência correspondem a uma descrição dos elementos de qualidade biológica existentes num estado excelente, i.e., na ausência de ou com muito reduzida perturbação humana (WFD CIS, 2003d). Aquando da definição de condições biológicas de referência, devem também ser estabelecidos critérios para os elementos de qualidade físico-química e hidromorfológica.

Paralelamente à avaliação do estado ecológico, é também avaliado o estado químico, contudo, esta etapa tem como base as normas de qualidade ambiental (NQA) para substâncias prioritárias e para outros poluentes, definidas na Directiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008, como previsto no artigo 16.º da DQA.

As condições de referência para os elementos de qualidade a considerar na avaliação do estado ecológico devem ser definidas para cada uma das tipologias de massas de água, sumarizando a gama de possibilidades e valores para os elementos de qualidade ao longo de períodos de tempo e para toda a extensão geográfica do tipo.

No caso das três massas de água costeiras consideradas na RH6, uma delas insere-se na tipologia A3 - Lagoa mesotidal semi-fechada e duas na tipologia A6 – Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta, pelo que serão definidas duas condições de referência, uma para cada tipologia.

Os parâmetros a considerar na avaliação do estado ecológico são os seguintes:

- Elementos biológicos:
  - Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton
  - Composição e abundância da restante flora aquática

- Composição e abundância dos invertebrados bentónicos
- Elementos hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos:
  - Condições morfológicas (Variação da profundidade; Quantidade, estrutura e substrato do leito; Estrutura da zona intermareal)
  - Regime de marés (Direcção das correntes dominantes; Exposição às vagas)
- Elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos:
  - Condições gerais (Transparência; Condições térmicas; Condições de oxigenação; Salinidade; Condições relativas aos nutrientes)
  - Poluentes específicos (Poluentes sintéticos específicos; Poluentes não-sintéticos específicos)

#### 2.1.11.2. Metodologia utilizada para o estabelecimento das condições de referência para Águas Costeiras

Conforme o ponto 1.3 do Anexo II da DQA, as condições biológicas de referência específicas do tipo podem ter como base as condições no terreno, ser baseadas numa modelação ou ser derivadas utilizando uma combinação destes métodos. Sempre que não seja possível utilizar estes métodos, os Estados-Membros poderão recorrer ao parecer de peritos para estabelecer essas condições.

Relativamente às condições biológicas de referência específicas com base nas condições no terreno, deverá ser desenvolvida uma rede de referência para cada tipo de massa de águas, que contenha um número suficiente de sítios de estatuto excelente, de forma a facultar um nível de confiança suficiente quanto aos valores relativos às condições de referência, dada a variabilidade dos valores dos elementos de qualidade correspondentes ao estatuto ecológico excelente para esse tipo de massa de águas e a multiplicidade das técnicas de modelação aplicáveis.

As condições biológicas de referência específicas do tipo baseadas na modelação podem ser derivadas utilizando modelos preditivos ou métodos retrospectivos. Estes métodos farão uso de dados históricos, paleológicos e de quaisquer outros disponíveis e deverão facultar um nível de confiança suficiente quanto aos valores relativos às condições de referência, de forma a garantir que as condições assim derivadas sejam coerentes e válidas para cada um dos tipos de massa de águas de superfície.

Sempre que não seja possível estabelecer com fiabilidade condições de referência específicas do tipo para um elemento de qualidade de um tipo de massa de águas de superfície devido à grande variabilidade natural desse elemento, e não simplesmente em resultado de variações sazonais, esse elemento poderá

ser excluído da avaliação do estado ecológico desse tipo de águas de superfície. Nessas circunstâncias, os Estados-Membros deverão declarar as razões da sua exclusão do plano de gestão de bacia hidrográfica.

#### A. Condições hidromorfológicas

##### A.1. Lagoa mesotidal semi-fechada (A3) – Lagoa de Santo André e Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

Ainda que na DQA se descrevam as condições hidromorfológicas até ao nível moderado, a utilização deste indicador de qualidade para a classificação do estado ecológico das massas de água apenas é utilizado para discriminar entre o estado excelente e Bom, sempre e quando os elementos de qualidade biológicos e físico-químicos alcancem o estado excelente.

Assim, dado que os elementos de qualidade hidromorfológica actuam unicamente como elementos de apoio na classificação do estado ecológico das massas de água, não se estabeleceram limites quantitativos entre as classes de estado, mas apenas uma avaliação qualitativa em função do número de alterações hidromorfológicas significativas identificadas em cada uma das massas de água.

#### B. Condições físico-químicas

Segundo a DQA a componente com maior peso na determinação do estado ecológico são os elementos biológicos, sendo os elementos físico-químicos determinantes unicamente para a determinação do estado excelente ou bom.

##### B.1. Condições gerais

###### B.1.1. Lagoa mesotidal semi-fechada (A3) – Lagoa de Santo André

Até agora não foram ainda definidas as condições de referência para as condições físico-químicas das massas de água costeiras desta tipologia. Para além disso, não estão disponíveis dados de monitorização suficientes nem para a definição das referidas condições nem para a classificação do estado desta massa de água em relação às condições físico-químicas gerais. Será, no entanto, feita uma breve caracterização da Lagoa de Santo André do ponto de vista destes elementos de qualidade.

###### B.1.2. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

À data as condições de referência para os elementos de qualidade físico-química não estão definidas e os dados de monitorização disponíveis são escassos.

Assim, a avaliação das condições físico-químicas baseou-se nos poucos dados de monitorização disponíveis, analisados mediante as condições utilizadas pelo INAG no “Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas” (INAG, 2005), na bibliografia disponível e numa avaliação pericial.

## B.2. Poluentes específicos

No âmbito da avaliação dos elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos devem ser considerados poluentes específicos sintéticos e não sintéticos - todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água e outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água.

No decurso da implementação da DQA em Portugal devem portanto ser identificados os poluentes específicos a considerar na avaliação de estado das massas de água de transição e costeiras. Contudo, à data essa lista de substâncias não foi ainda elaborada.

### B.2.1. Lagoa mesotidal semi-fechada (A3) – Lagoa de Santo André

Não estão disponíveis dados de monitorização suficientes para a definição de uma lista de substâncias a considerar como poluentes específicos, nem para a classificação do estado desta massa de água em relação a este elemento de qualidade.

### B.2.2. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

Na avaliação dos elementos químicos e físico-químicos serão considerados como poluentes específicos todas as substâncias analisadas na monitorização feita pelo IPIMAR a pedido da ARH Alentejo, excepto as substâncias avaliadas na determinação do estado químico da massa de água e que constam na surge na Directiva 2008/105/CE de 16 de Dezembro de 2008 (transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro).

Para o estabelecimento do Bom Estado Ecológico as concentrações das substâncias consideradas não deverão ultrapassar os valores normativos indicados nos Anexos do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, do Decreto-Lei n.º 506/99 de 20 de Novembro e do Decreto-Lei n.º 261/2003 de 21 de Outubro (ver Secção 6.1.6. “Métodos para a fixação das normas de qualidade ambiental” - Tomo6).

## C. Condições biológicas

### C.1. Lagoa mesotidal semi-fechada (A3) – Lagoa de Santo André

Até agora não foram ainda definidas as condições de referência para os elementos de qualidade biológica das massas de água costeiras desta tipologia. Para além disso não estão disponíveis dados de monitorização suficientes nem para a definição das condições de referência nem para a classificação dos elementos de qualidade biológica desta massa de água. Será, no entanto, feita uma breve caracterização da Lagoa de Santo André do ponto de vista destes elementos de qualidade.

### C.2. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

A Decisão da Comissão 2008/915/CE de 30 de Outubro estabelece, nos termos da DQA, os valores das fronteiras para a definição das diferentes classes os valores da classificação para os sistemas de monitorização dos Estados-Membros, no seguimento do exercício de intercalibração.

No que diz respeito a Portugal, nesta Decisão são especificados para a Costa Ibérica Oeste (massa de água do tipo NEA 1/26e) os valores das fronteiras para a definição das diferentes classes de estado dos elementos de qualidade biológica: fitoplâncton (concentração de Clorofila a, parâmetro indicador de biomassa, e contagem células de determinados *taxa*, parâmetro indicador de *blooms*), macroalgas (sistema multimétrico p-marMAR, parâmetro indicador da composição) e invertebrados bentónicos (sistema de classificação P-BAT, parâmetro indicador da composição). Estes valores de fronteira são aplicáveis às tipologias Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) e Costa Atlântica mesotidal abrigada (A7).

## 2.1.1.3. Descrição das Condições de Referência

### A. Condições hidromorfológicas

#### A.1. Lagoa mesotidal semi-fechada (A3) – Lagoa de Santo André e Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

Considerou-se que uma massa de água não alcança o estado excelente quando está submetida a pressões hidromorfológicas significativas. Os critérios para identificação das pressões significativas morfológicas e hidrodinâmicas foram estabelecidos no Tomo5A “Pressões hidromorfológicas”, sendo apresentadas novamente no Quadro 2.1.101.



Quadro 2.1.101 – Critérios de classificação das pressões hidromorfológicas a actuar em zonas costeiras como significativas.

Pressão	Critério de classificação como significativa
Dragagens	Quando a superfície dragada periodicamente fora da área de portos é superior a 5 Ha.
Fixação de margens	Quando o comprimento total das estruturas de fixação de margens inventariadas é superior a 1 km ou quando correspondem a mais de 15% do comprimento da costa.
Barragens e represas	Quando o comprimento da estrutura é superior a 300 m ou quando a superfície isolada ou com o fluxo de água potencialmente restringido é superior a 15% da massa de água.
Quebra-mares e esporões	Quando o comprimento da estrutura é superior a 300 m ou quando os seus efeitos na hidrodinâmica costeira produzem modificações significativas na morfologia costeira (geração de praias artificiais, alteração do perfil de praia, etc.)
Emissários submarinos, pontões e pontes	Não incluídos. Considera-se que permitem o fluxo de água e que não são suficientemente significativos para impedir a consecução de um bom estado ecológico.

Fonte: Adaptado de Gobierno de Cantabria, s.d. (<http://dma.medioambientecantabria.es>)

A avaliação qualitativa utilizada na aplicação das condições hidromorfológicas à classificação do estado ecológico das massas de água baseia-se no número máximo de pressões hidromorfológicas significativas que pode apresentar uma massa de água para alcançar um determinado estado ecológico.

O critério estabelecido para esta classificação é o seguinte:

- se a massa de água apresenta duas ou menos alterações hidromorfológicas significativas têm uma qualidade hidromorfológica muito boa e pode chegar a um estado ecológico excelente;
- se a massa da água apresenta três ou quatro alterações hidromorfológicas significativas terá uma boa qualidade hidromorfológica e, no máximo, pode chegar a um estado ecológico bom;
- se a massa de água apresenta cinco ou mais alterações hidromorfológicas significativas terá de qualidade hidromorfológica moderada, embora possa atingir o bom estado ecológico.

## B. Condições físico-químicas

### B.1. Condições gerais

#### B.1.1. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

No Relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas (Artigo 5.º) do INAG (2005), as condições utilizadas pelo INAG na identificação das massas de água em risco, resultantes da adaptação de um sistema de classificação existente em Portugal há já diversos anos (classificação INAG) aos objectivos da implementação da DQA, são as apresentadas no Quadro 2.1.102. Estas correspondem às concentrações medianas que excedem as condições consideradas como boas para o suporte à vida biológica, colocando as massas de água em risco.

Quadro 2.1.102 – Condições utilizadas pelo INAG na identificação das massas de água em risco no relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas (Artigo 5º) (INAG, 2005).

Parâmetro	Unidades	Frequência	Concentração	
			Mínima	Máxima
Transparência				
Sólidos suspensos totais	mg/l	50		30
Condições térmicas				
Temperatura	°C	50		> natural
Condições de oxigenação				
Oxigénio dissolvido (conc)	mg/l	50	9	
Oxigénio dissolvido (conc)	mg/l	10	5	
Oxigénio dissolvido (conc)	mg/l	min	3	
Oxigénio dissolvido (sat)	%	50	90	
Carência bioquímica de oxigénio	mg/l	50		3
Carência química de oxigénio	mg/l	50		20
Estado de acidificação				
pH		50	6,5	8,5
Condições relativas aos nutrientes				
Azoto Kjeldahl	mg N/l	50		1
Azoto amoniacal	mg NH4/l	50		>2
Amoníaco	mg NH3/l	50		0,025
Nitratos	mg NO3/l	50		25
Fosfatos	mg P2O5/l	50		0,5
Fósforo	mg PO4/l	50		0,4

Para a avaliação destes elementos de qualidade foi também consultada a bibliografia disponível e foram consideradas diversas análises periciais.

## B.2. Poluentes específicos

### B.2.1. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

#### B.2.1.1. Massa de água costeira CWB-I-5

Na massa de água costeira CWB-I-5 foram considerados os seguintes poluentes específicos: Cobre, Crómio, Zinco, Bifenilos policlorados (CB18, CB52, CB101, CB149, CB118, CB138, CB153, CB180), pp'DDE, pp'DDD, 2,4diclorofenol, triclorofenol, Fenantreno e Pireno.

Os valores normativos existentes na legislação para as substâncias consideradas no elemento de qualidade “poluentes específicos” são apresentados na Secção 6.1.6. “Métodos para a fixação de normas de qualidade ambiental”. Tal como já foi referido os actos legislativos de suporte da avaliação são o Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, o Decreto-Lei 506/99, de 20 de Novembro, e o Decreto-lei 261/2003,

## C. Condições biológicas

### C.1. Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta (A6) – entre o Cabo Carvoeiro e a Ponta da Piedade

#### C.2.1. Fitoplâncton

##### C.2.1.1. Parâmetro indicador da biomassa (Clorofila a)

A métrica utilizada para o parâmetro indicador da biomassa de fitoplâncton é o percentil 90 do conjunto de valores para a concentração de Clorofila a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

Para a tipologia de massas de água NEA GIG 1/26e, em que se inserem as águas costeiras nacionais, a condição de referência para a biomassa de Fitoplâncton é  $<4 \mu\text{g l}^{-1}$ . Já o percentil 90 da clorofila a é  $5 \mu\text{g l}^{-1}$  (limite de  $8 \mu\text{g l}^{-1}$  entre o estado excelente e bom) e  $10 \mu\text{g l}^{-1}$  (limite de  $12 \mu\text{g l}^{-1}$  entre o estado bom e razoável) (Carletti and Heiskanen, 2008).

Segundo a Decisão da Comissão de 30 de Outubro de 2008, para uma massa de água do tipo NEA 1/26e considera-se a fronteira entre o estado excelente e o estado bom entre  $6 \text{ e } 8 \mu\text{g l}^{-1}$  (percentil 90) e a fronteira entre o estado bom e o estado razoável entre  $9 \text{ e } 12 \mu\text{g l}^{-1}$  (percentil 90). Em termos de rácios de

qualidade ecológico a fronteira entre o estado excelente e bom corresponde a 0,67 e a fronteira entre o estado bom e excelente corresponde a 0,44.

#### C.2.1.2. Parâmetro indicador de *blooms*

A métrica utilizada para o parâmetro indicador de *blooms* de fitoplâncton é a contagem de células de determinados *taxa* que se encontram acima dos limites definidos: fitoplâncton grande (*large phytoplankton*): 100 000 células; fitoplâncton pequeno (*small phytoplankton*): 1 000 000 células.

Segundo a Decisão da Comissão de 30 de Outubro de 2008, para uma massa de água do tipo NEA 1/26e, a condição de fronteira entre o estado excelente e o estado bom corresponde à situação em que 30 % das contagens de determinados *taxa* se encontram acima dos limiares definidos. Quando 49% das contagens de determinados *taxa* se encontram acima dos limiares definidos está-se na condição de transição entre o estado bom e moderado. Em termos de rácios de qualidade ecológico a fronteira entre o estado excelente e bom corresponde a 0,83 e a fronteira entre o estado bom e excelente corresponde a 0,51.

Relativamente a este parâmetro, a definição de condições de referência está muito limitada pelo facto dos dados disponíveis serem bastante reduzidos e muito limitados espacialmente. Assim, este elemento de qualidade não será considerado na avaliação do estado das massas de água costeiras da RH6.

#### C.2.2. Macroalgas

Para avaliação deste elemento de qualidade biológica utiliza-se a metodologia P-MarMAT – *Portuguese Marine Macroalgae Assessment Tool* (Marques *et al.*, 2009).

Esta metodologia inclui várias métricas, nomeadamente riqueza específica, proporção algas verdes, proporção de algas vermelhas, rácio “Grupos de estado ecológico” [ESG I / II ESG (ESG 1 – algas sucessionais tardias ou perenes e ESG 2 – algas efêmeras ou anuais)], proporção e cobertura de oportunistas e descrição da costa. As condições de referência consideradas na métrica são as apresentadas no Quadro 2.1.103.

Quadro 2.1.103 – Condições de referência consideradas na metodologia P-MarMAT.

Métrica	Condições de referência
Riqueza específica	25
Proporção de algas verdes	10
Proporção de algas vermelhas	70
Rácio “Grupos de estado ecológico”	2,5
Proporção de Oportunistas (%)	10

Métrica	Condições de referência
Descrição da costa	7
Cobertura de Oportunistas (%)	10

As métricas seleccionadas para a ferramenta de avaliação P-MarMAT incluem as usadas na metodologia RSL (*Reduced Species List*), proposta por Reino Unido, Noruega e Irlanda e ROI, designadamente riqueza específica, proporção algas verdes, a proporção de algas vermelhas, Rácio “Grupos de estado ecológico”, proporção de oportunistas e descrição da costa, e adicionalmente uma nova métrica “cobertura de oportunistas” (Carletti and Heiskanen, 2008).

Foi também desenvolvida para Portugal uma lista de espécies reduzida, mantendo o mesmo número de algas verdes (8), vermelhas (20) e castanhas (24) inicialmente propostos por outros Estados-Membros. As pontuações para avaliação das métricas usadas na metodologia RSL foram adaptadas para o caso Português. A cobertura de oportunistas representa a percentagem de cobertura de macroalgas oportunistas na área total coberta por algas marinhas na costa avaliados. As métricas “riqueza específica” e cobertura de oportunistas têm um factor de 2 na contribuição para a pontuação total.

A soma da pontuação é convertida em uma escala de zero a um (Rácio de Qualidade Ecológica) que depois permite a determinação do Estado de Qualidade Ecológica da massa de água quanto ao elemento macroalgas da costa (de acordo com as definições normativas da DQA). No Quadro 2.1.104 são apresentados os limites adoptados para cada uma das métricas para Portugal na 1ª fase do exercício de intercalibração. Inicialmente, as fronteiras de classe foram estabelecidas como pontos equidistantes ao longo da escala entre 0 e 1 (0,2, 0,4, 0,6 e 0,8).

Quadro 2.1.104 – Limites para cada uma das métricas da metodologia P-MarMAT.

Métrica	Mau	Pobre	Razoável	Bom	Excelente
Riqueza específica	0-5	5-8	9-16	17-24	>24
Proporção de algas verdes	40-100	30-40	20-30	10-20	0-10
Proporção de algas vermelhas	0-30	30-45	45-55	55-70	70-100
Rácio “Grupos de estado ecológico”	0-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	>2,5
Proporção de Oportunistas (%)	40-100	30-40	20-30	10-20	0-10
Descrição da costa		15-18	12-14	8-11	1-7
Cobertura de Oportunistas (%)	70-100	30-70	20-30	10-20	0-10
Soma dos valores	0-7	8-14	15-21	22-28	29-36
Rácio de Qualidade Ecológica	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1

Segundo a Decisão da comissão de 30 de Outubro de 2008, para uma massa de água do tipo NEA 1/26e considera-se a fronteira entre o estado excelente e o estado bom o rácio de qualidade ecológica (razão entre a condição da massa de água a avaliar e a condição de referência, representativo o desvio do status dessa massa de águas em relação às condições não perturbadas) 0,816 e a fronteira entre o estado bom e o estado razoável o rácio de qualidade ecológica 0,638 (Quadro 2.1.105).

Quadro 2.1.105 – Fronteiras entre as várias classes de estado para o elemento de qualidade biológica “Macroalgas”.

Fronteiras	RQE P-MarMAT
Excelente/Bom	0,816
Bom/Razoável	0,638
Razoável/Pobre	0,460
Pobre/Mau	0,282

### C.2.3. Macroinvertebrados bentónicos

Para avaliação do elemento de qualidade biológica “macroinvertebrados bentónicos” utiliza-se a metodologia P-BAT - *Portuguese Benthic Assessment Tool* (Teixeira *et al.*, 2009), descrito na Secção 2.1.10.3. “Descrição das Condições de Referência” relativa às massas de água de transição.

Relativamente às águas costeiras, as condições de referência para o índice P-BAT correspondem a um valor de 4,1 no índice de *Shannon-Wiener*, 5 no índice de *Margalef* e o no *AZTI's Marine Biotic Index* (Carletti & Heiskanen, 2008). Os valores de referência definidos para os três índices são apresentados no Quadro 2.1.106.

Quadro 2.1.106 – valores de referência para cada um dos três índices que integram o P-BAT

EQS	Margalef (d)	Shannon-Wiener (H')	AMBI
Mau	0,0	0,0	7,0
Excelente	5,0	4,1	0,0

As fronteiras entre as classes de qualidade foram previamente definidas e intercalibradas e têm em conta o desvio da comunidade em análise relativamente às condições apresentadas por uma comunidade sujeita a poucas ou nenhuma perturbações antropogénicas.

Segundo a Decisão da comissão de 30 de Outubro de 2008, numa massa de água do tipo NEA 1/26e considera-se a fronteira entre o estado excelente e o estado bom entre o rácio de qualidade ecológica 0,79

e a fronteira entre o estado bom e o estado razoável o rácio de qualidade ecológica 0,58. Os valores para as fronteiras entre os estados de qualidade são apresentados no Quadro 2.1.107.

Quadro 2.1.107 – Fronteiras entre as várias classes de estado para o elemento de qualidade biológica “Macroinvertebrados bentónicos”.

Fronteiras	RQE P-BAT
Excelente/Bom	0,79
Bom/Razoável	0,58
Razoável/Pobre	0,44
Pobre/Mau	0,27

## 2.1.12. Máximo Potencial Ecológico para Massas de Água Artificiais

### 2.1.12.1. Introdução

De acordo com a DQA (WFD CIS, 2003c), Massas de Água Artificiais correspondem a sistemas superficiais criados pelo homem, em locais onde antes não existia qualquer plano de água e que por isso não resultaram de alterações físicas de massas de água pré-existente. São exemplos de massas de água artificiais canais de navegação, canais de rega, lagos e lagoas artificiais e as lagoas existentes em minas.

Na RH6, as massas de água artificiais correspondem a redes de distribuição dos Perímetros de Rega Públicos, tendo sido identificadas cinco massas de água relativas aos canais de rega dos Aproveitamentos Hidroagrícolas Públicos: do Mira; de Odivelas; de Vale do Sado; do Roxo; de Campilhas e Alto Sado (INAG & ARH Alentejo, 2009). No âmbito do processo de revisão das massas de água artificiais (Artigo 13<sup>o</sup> da DQA), propõem-se mais 4 massas de água, correspondentes ao desenvolvimento do Perímetro de Rega Global do Alqueva (Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva – EFMA) (i.e. Canal de Ligação Loureiro-Alvito; Canal Roxo; Canal de Ligação; Alvito/Pisão; Canal de adução; Infra-estrutura 12).

Tal como para as massas de água fortemente modificadas, a DQA refere que os elementos de qualidade para avaliação do potencial ecológico de uma massa de água artificial deverão ser os aplicados à categoria de águas superficiais naturais que mais se lhe assemelham. Nesse sentido, a avaliação do estado das massas de água artificiais na RH6 deverá ser feita pela aplicação dos elementos de qualidade utilizados na avaliação da categoria Rios. Todavia, a inexistência de dados de monitorização nestes canais de rega inviabilizou a classificação dos mesmo com base em monitorização, tendo esta sido feita com recurso a

avaliação pericial (ver capítulo Sistemas de Classificação). Por esse motivo, nesta fase, apenas se apresentam condições gerais para que o máximo potencial ecológico seja atingido nestas massas de água.

### 2.1.12.2. Metodologia

As condições que se apresentam para se atingir o Máximo Potencial Ecológico em "Massas de Água Artificiais" resultaram de observações feitas *in loco* e compiladas num Ficha de Avaliação Pericial especialmente desenvolvida para se proceder à avaliação destas massas de água (ver capítulo Sistemas de Classificação).

### 2.1.12.3. Considerações de Máximo Potencial Ecológico

Na RH6 as Massas de Água Artificiais correspondem unicamente a canais, construídos para transportar água para rega. Nesse sentido, independentemente do tipo de construção do canal (i.e aprofundados em terra ou construídos em cimento) é fundamental a manutenção e preservação dos mesmos. No Quadro 2.1.108, apresentam-se condições gerais necessárias para se atingir o Máximo Potencial Ecológico.

Quadro 2.1.108 – Condições Gerais para se atingir o Máximo Potencial Ecológico em Massas de Água Artificiais - canais de rega

<b>Condições Gerais para o Máximo Potencial Ecológico / Massas de Água Artificiais</b>
Canal elevado com zona de protecção ou canal ao nível do terreno com zona de protecção
Inexistência de contaminações orgânicas resultantes pressões pontuais humanas
Canal sem ocupação de macrófitos; inexistência de infestantes
Inexistência de sedimentos finos acumulados no fundo do canal
Inexistência de desvios relativamente a parâmetros de caracterização geral (i.e parâmetros e limites estabelecidos pelo INAG (2009) para o limite do Bom Estado na categoria Rios: Oxigénio Dissolvido; Taxa de Saturação em Oxigénio; CBO5, pH, Azoto Amoniacal, Nitratos e Fósforo Total)



## 2.2. Caracterização das massas de água subterrâneas

### 2.2.1. Bacia de Alvalade (T6)

#### 2.2.1.1. Localização e limites da massa de água subterrânea

Esta massa de água subterrânea foi estudada por Hidroprojecto *et al.* (1999) e Almeida *et al.* (2000). No ERHSA (2001) também é efectuada uma descrição detalhada, mas incluída na “Bacia Sedimentar do Sado”. Paralta *et al.* (2007) retomam o estudo desta massa de água subterrânea e actualizam a estimativa de recarga.

A Bacia de Alvalade, com uma área aproximada de 701,5 km<sup>2</sup>, insere-se nos concelhos de Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Odemira, Ourique e Santiago do Cacém.

Inclui-se na unidade hidrogeológica da Bacia do Tejo-Sado e abrange formações do Paleogénico, Plio-Plistocénico e Quaternário. Tem uma forma aproximadamente rectangular com 18 km de largura e 37 km de comprimento com uma orientação Sudoeste-Nordeste.

No limite Oeste e Sul da massa de água subterrânea destaca-se a transição para Serra do Cercal onde contacta com as formações de Mira e Mértola, do Grupo do Flysh do Baixo Alentejo, que são o substrato do sistema aquífero. As principais formações aquíferas são a formação de Vale do Guiso do Paleogénico e a formação do Esbarrondadoiro do Miocénico. A estas formações sobrepõem-se ainda depósitos detríticos de idade plio-pleistocénica, também com aptidão aquífera.

Estas formações assentam sobre o substrato Paleozóico impermeável de natureza xistenta e fortemente deformado pelos sistemas de falhas que permitiram a individualização do *graben* que originou a Bacia de Alvalade.

A formação de Vale de Guiso assenta no Paleozóico. Na base é constituída por conglomerados com elementos angulosos e outros mal rolados (Almeida *et al.*, 2000). Das assentadas seguintes afloram níveis de cores mais ou menos avermelhadas ou rosadas, conglomeráticos ou mais finos – areias arcósicas, argilosas, bem como pelitos, de cores avermelhadas ou esverdeadas (Gonçalves & Antunes, 1992). Para o topo da série encontra-se argilas, margas com concreções calcárias, calcários gresosos, às vezes concrecionados, com seixos, e, ainda, arenitos argilosos, rosados ou avermelhado. A espessura desta formação pode ir até 90 m (Almeida *et al.*, 2000). A principal área de afloramento corresponde a toda a região que se estende desde a falha do Torrão até ao Rio Sado, com excepção dos interflúvios dos diversos afluentes, onde se encontra coberto por depósitos mais recentes. Para Sudoeste do Rio Sado os afloramentos restringem-se ao vale terminal dos afluentes da margem esquerda do rio. Os depósitos desta

formação afloram ainda, junto à falha de Grândola em pequenas manchas descontínuas e claramente afectadas (basculadas) por este acidente tectónico (ERHSA, 2001).

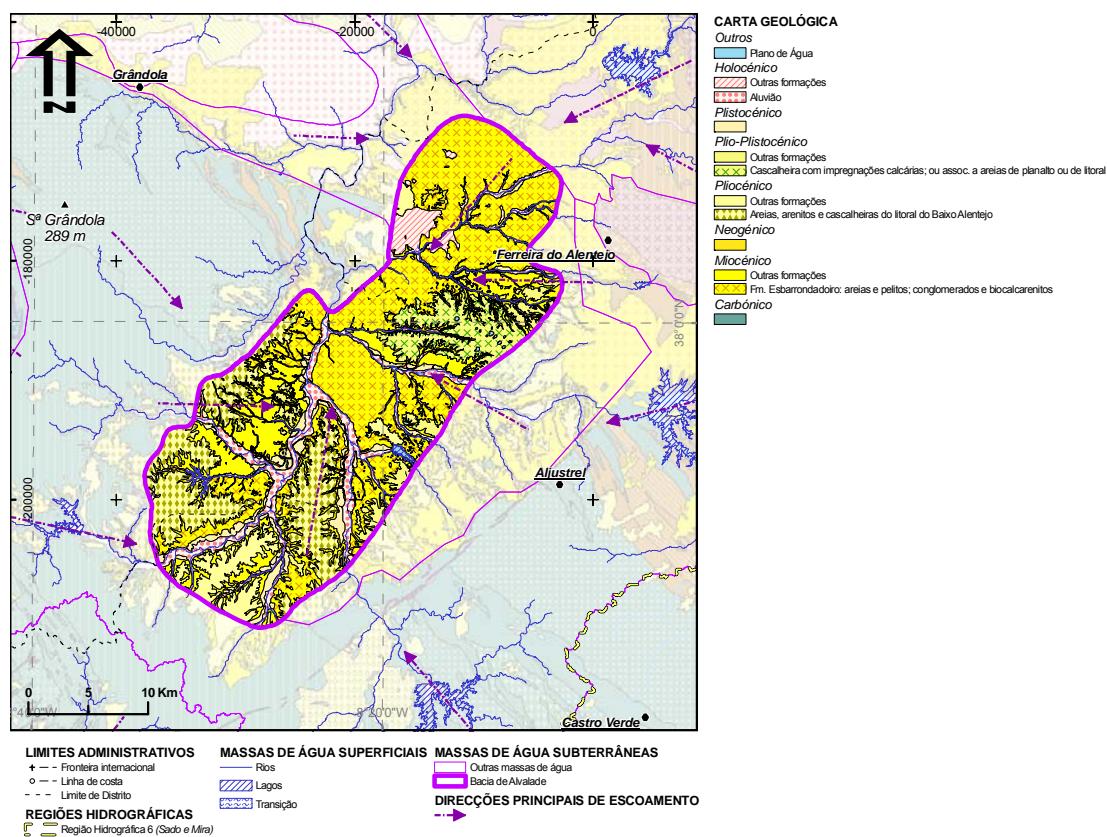


Figura 2.2.1- Geologia da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

A formação de Esbarrondadoro, na Bacia de Alvalade, tende a ser dominada por termos areníticos mais ou menos argilosos, argilitos e ascalheiras com seixos mal rolados muitas vezes com crostas, concreções e pisólitos ferruginosos, registando-se um carácter fortemente ferruginoso na maior parte das litologias (Hidroprojecto *et al.*, 1999). No conjunto dos depósitos desta formação distinguem-se seis litofácies, com base essencialmente na granularidade da componente terrígena, geralmente predominante. Por vezes, existe uma componente carbonatada de precipitação química ou biogénica, a qual se pode adicionar à componente detrítica. As litofácies presentes correspondem a: Litofácies Conglomeráticas compostas por conglomerados argilosos; Litofácies Arenosas com areias médias soltas, areias médias a finas maciças e areias finas micáceas; Litofácies Lutíticas constituídas por lutitos laminados e argilas homogéneas; Componente Carbonatada com acumulações carbonatadas, calcários, bioclastos e lumachelas e Componente Ferruginosa composta por pisólitos ferruginosos e bancadas pisolíticas (Pimentel, 1997 in

ERHSA, 2001). As espessuras conhecidas na formação do Esbarrondadoiro não ultrapassam os 80 m (Almeida *et al.*, 2000).

O Plio-Plistocénico corresponde à formação das areias e cascalheiras de planalto, que são depósitos continentais irregulares, no geral com um carácter torrencial e que tendem a ravar o Miocénico, caracterizados pela abundância de pisólitos, impregnações e crostas ou couraças limoníticas ou alióticas ferromagnesianas, por vezes com aspecto de lateritos. Pode variar localmente para depósitos de grés com seixos dispostos em lentículas mais ou menos desenvolvidas e com intercalações de argilas, para grés ferruginosos, grés argilosos, areias, depósitos limoníticos, conglomerados por vezes de cimento ferromanganesífero. Estas variações laterais de textura conferem à massa de água subterrânea uma grande heterogeneidade (Hidroprojecto *et al.*, 1999).

A grande heterogeneidade litológica existente nesta massa de água subterrânea, com forte estratificação e variação lateral leva a que a hidrogeologia da mesma seja complexa. É um sistema multi-aquífero, nalguns locais, apresenta aquíferos multicamada, uma vez que se observam várias intercalações de formações menos permeáveis (Almeida *et al.*, 2000).

Nas áreas de aquíferos multicamada pode ocorrer localmente conexão hidráulica entre as várias camadas aquíferas; noutras regiões ocorrem antes pequenos aquíferos descontínuos que podem ser livres ou confinados, dependendo da sucessão litológica aí ocorrente. Os aquíferos livres desenvolvem-se nas formações aluvionares quaternárias e nas formações pliocénicas, constituindo pequenos reservatórios subsuperficiais; os aquíferos confinados desenvolvem-se nas formações do Miocénico e do Paleogénico (Luz, 1997 *in* Hidroprojecto *et al.*, 1999).

Almeida *et al.*, (2000) referem ainda que se conhecem casos de artesianismo repuxante na altura da construção de algumas captações (por exemplo, a Sul de Ermidas). Relativamente à recarga, esta faz-se por infiltração da precipitação directamente caída nas formações aflorantes e possivelmente através da rede hidrográfica. Estes depósitos mais recentes devem recarregar as formações mais profundas que constituem o suporte dos vários aquíferos.

A massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade é atravessada pelo seu centro pelo rio Sado, meridionalmente de Sul para Norte. Isto leva a que o padrão dendrítico de drenagem superficial neste sector do rio Sado percorra radialmente a massa de água subterrânea. Por outro lado o recorte da rede de drenagem cruza as formações do pliocénico, miocénico e terraços do quaternário. Luz (1997 *in* Hidroprojecto *et al.*, 1999) refere que no caso dos aquíferos desenvolvidos nas aluviões quaternárias e nos terraços fluviais, estes podem drenar para a rede hidrográfica, sem contudo adiantar mais informação

sobre este aspecto. De acordo com o mesmo, o escoamento subterrâneo nesta massa de água subterrânea assume direcções de fluxo radiais, no sentido do interior da bacia.

Sendo o sentido geral de escoamento para o interior da bacia, tanto subterraneamente como superficialmente, e considerando a estrutura da Bacia Sedimentar do Sado, envolvida por formações do Paleozóico, deverá existir um eixo preferencial de descarga subterrânea para o sector central desta. No entanto a escassez de dados de piezometria impossibilita um conhecimento mais detalhado dos sentidos de escoamento e das condições de fronteira da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.1 – Características gerais da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

<b>Bacia de Alvalade</b>	
<b>Características gerais</b>	
Unidade Hidrogeológica	Bacia do Tejo-Sado
Área total (km <sup>2</sup> )	701,5
Centróide (M; P) (ETRS89)	-19953,34875; -190410,9312
Distritos abrangidos	Beja, Setúbal
Concelhos abrangidos	Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 497, 507, 508, 517, 518, 519, 527, 528, 529, 536, 537, 546
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 42B, 42C, 42D, 45A, 45B
Unidades aquíferas principais	Formação de Vale do Guiso e Formação de Esbarrondadoiro

### 2.2.1.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A bacia de drenagem da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade é superior aos limites definidos para a mesma, ocupando uma área de 2.718 km<sup>2</sup>. A massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade situa-se numa bacia sedimentar cenozóica de forma rectangular de orientação Sudoeste-Nordeste. Esta bacia é inteiramente rodeada por formações do Paleozóico, excepto na sua parte Norte, onde, por um lado a bacia sedimentar inflecte a sua orientação para Noroeste, e por outro lado contacta com formações associadas ao Maciço de Beja.

Assim, a maior parte desta área de drenagem corresponde a zonas de afloramento de litologias miocénicas (Formação de Esbarrondadoiro) e a zonas de afloramento de litologias paleozóicas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo (Formação de Mira e Formação de Mértola) e do Complexo Vulcano-Silicioso do

Cercal. As litologias paleozóicas que circundam a bacia sedimentar onde está inserida a massa de água subterrânea. Esta zona circundante paleozóica drena radialmente para a bacia sedimentar localizada no centro, a qual é recoberta por formações detríticas do Plistocénico, Plio-Plistocénico e Miocénico. Nos vales fluviais existem áreas consideráveis com cobertura aluvionar, com uma conexão hidráulica com a massa de água subterrânea ainda pouco estudada.

Os estratos que cobrem a área de drenagem correspondem portanto ao afloramento das seguintes formações:

- A **Formação de Mértola (Carbónico)** é uma sequência turbidítica constituída por grauvaques, pelitos e alguns conglomerados intercalados.
- A **formação de Mira (Carbónico)** tem também características turbidíticas, com dominância de turbiditos finamente estratificados com baixa relação areia/argila. No contacto com a formação de Mértola os turbiditos voltam a ser mais espessos e grosseiros (Oliveira *et al.*, 1984).
- O **Complexo Vulcano-Silicioso do Cercal (Devónico sup. – Carbónico inf.)** apresenta-se numa faixa que atravessa a área de drenagem, num alinhamento Sudeste-Noroeste, perpendicularmente à Bacia de Alvalade. Apresenta uma litologia bastante variada onde se incluem: Rochas vulcânicas ácidas com tufos ácidos, com texturas vitroclásticas e com matriz quartzo-fedspática-sericítica, na qual se destacam fenocritais de feldspato sódico e potássico e fragmentos líticos desvitrificados. Acessoriamente ocorrem apatite, zircão, rutilo, óxidos de ferro e rara biotite; Diabases e tufos intermédios-básicos caracterizados por rochas de tonalidade esverdeada constituídas por feldspatos alterados e clorites (Oliveira *et al.*, 1984).
- As **formações associadas ao Maciço de Beja** representam apenas uma pequena parcela da área de drenagem no seu extremo Nordeste. Estas incluem o Complexo máfico-ultramáfico de Beja-Acebuches, o Complexo básico de Odivelas e os Gabros de Beja. Estas formações incluem-se na massa de água subterrânea dos Gabros de Beja, que é essencialmente constituída por litologias alteradas e fissuradas. A alteração que afecta as rochas que constituem a massa de água subterrânea originou uma cobertura argilosa, com uma espessura, que em termos médios, se situa próximo de 3,5 m (Duque, 1997).
- O Paleogénico recobre áreas a Sul do Maciço de Beja e é representado pela **Formação de Vale do Guiso** já descrita no ponto anterior. Esta é constituída, no topo por argilas, margas com concreções calcárias, calcários gresosos, às vezes concrecionados, com seixos, e, ainda, arenitos argilosos, rosados ou avermelhados (Zbyszewski, *in* Oliveira *et al.*, 1984).
- A **Formação do Esbarrondadoiro** do Miocénico, também já descrita no ponto anterior, cobre a maior parte da Bacia de Alvalade. Destaca-se a sua constituição por uma sucessão de

bancadas métricas, homogéneas, tabulares com grande extensão lateral, de natureza areno-argilosa, ocorrendo desde areias médias com espessuras centimétricas, até espessas argilas homogéneas (Pimentel *in* ERSHA, 2001). Considerando a heterogeneidade já descrita e a natureza das litologias as porosidades associadas poderão assumir valores muito variáveis. Utilizando os valores de porosidade eficaz propostos por Hidroprojecto *et al.* (1999) estes poderão variar de 0% para argilas até 35% para areias.

- O **Plio-Pliocénico** é constituído por depósitos detríticos, com espessuras variáveis, os quais assentam sobre uma extensa superfície de erosão, inclinada a partir dos bordos da bacia em direcção ao centro. É composto de arenitos acastanhados e avermelhados com seixos e com intercalações de argilas amarelo-avermelhadas ou acastanhadas.
- O Pliocénico ocorre principalmente nos **terraços fluviais**, constituídos por areias e cascalheiras, às vezes com níveis argilosos ou siltosos.
- As **aluviões** do rio Sado, do Holocénico, prolongam-se desde montante de Ermidas para Sul, para além da Torre Vã, compostas em geral de areias com seixos e calhaus rolados, cobertas por areias finas que passam na parte superior a argilas castanhas, cinzentas ou amarelas, arenosas (Oliveira *et al.*, 1984).

Quatro famílias de solos totalizam uma área que corresponde a 42% da área de drenagem. A família com maior expressão corresponde à família dos **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Normais, de xistos ou grauvaques (Px)**. Estes solos encontram-se associados aos afloramentos paleozóicos que circundam a bacia sedimentar, essencialmente a sul, este e oeste.

Os **Litossolos dos Climats de Regime Xérico, de xistos ou grauvaques (Ex)** encontram-se, da mesma forma que os solos anteriores, associados aos terrenos paleozóicos nas zonas sul e oeste da área em análise.

Os solos argiluvitados pouco insaturados – **Sr (Solos Mediterrâneos, Vermelhos ou Amarelos, de Materiais Não Calcários)** correspondem à terceira família mais importante (9%). Estes solos encontram-se associados aos depósitos detríticos cenozóicos.

Finalmente a família dos solos argiluvitados pouco insaturados – **Pag (Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Para-solos Hidromórficos, de Arenitos ou Conglomerados Argilosos ou Argilas)** constituem 7% da área de drenagem e estão também associados aos depósitos detríticos cenozóicos da zona este da bacia sedimentar.

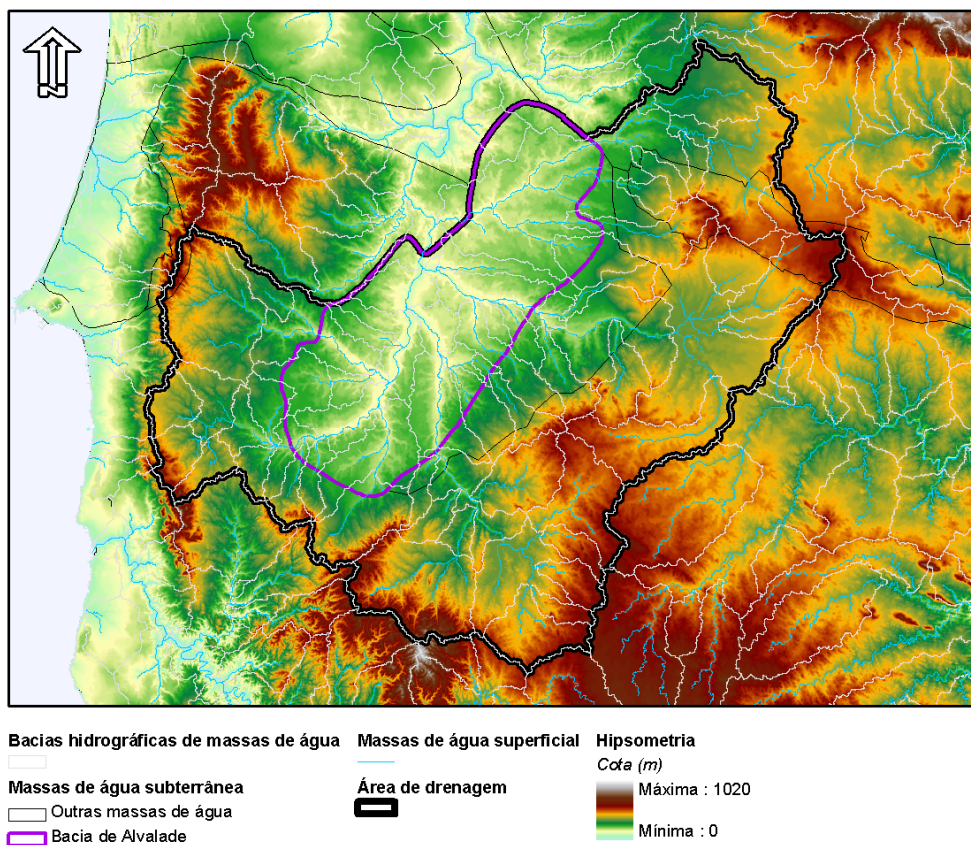


Figura 2.2.2 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

As principais bacias de drenagem existentes na área em análise são as seguintes: rio Sado (9%); ribeira da Figueira (9%); ribeira de São Domingos (8%); albufeira do Roxo (5%); ribeira da Gema (5%) e ribeira do Roxo (5%). As outras massas indicadas no Quadro 2.2.2 apresentam áreas de drenagem entre 3 e 4% da área de drenagem total da massa de água.

Seguidamente indicam-se as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.2 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

Bacia de Alvalade	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	2.717,4
Geologia	Formação do Esbarrondadoiro (18%); Formação de Mira – Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (16%); Formação de Mértola – Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (11%).
Solos	Px (15%); Ex (11%); Sr (9%); Pag (7%)
Massas de água superficial	Rio Sado; Ribeira da Figueira; Ribeira de São Domingos; Ribeira do Roxo; Ribeira da Gema; Ribeira da Tramagueira; Ribeira das Pimentas; Ribeira de Campilhas; Ribeira dos Aivados; Ribeira dos Louriçais; Barranco da Casa Branca; Ribeira de Canhestros; Ribeira da Junqueira; Ribeiras da Cabeçeira do Rio Sado

### 2.2.1.3. Características hidroquímicas

O número de pontos considerados para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade (incluindo informação da rede de monitorização da ARH Alentejo, do ERHSA e de trabalhos académicos) foi de 53, contendo igualmente um total de 53 dados de Condutividade Eléctrica (CE) e os mesmos 53 dados relativos aos parâmetros que permitem a análise da fácies hidroquímica das águas subterrâneas.

No diagrama de Piper (Figura II.1.1 no Anexo II.1) pode observar-se que as águas são fundamentalmente cloretadas-bicarbonatadas-sódicas, com um grau de mineralização elevado (o mais elevado da RH6), como se observa nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.2 no Anexo II.1) dos parâmetros usados para a construção do diagrama de Piper e no histograma dos valores de CE (Figura II.1.3 no Anexo II.1), ainda com uma grande prevalência de pontos acima dos 2.400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (com uma mediana na ordem dos 1.445  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.4 no Anexo II.1) mostra que a qualidade da água para utilização agrícola se situa, na sua globalidade, entre as classes C1S1 e C4S3, sendo as classes C2S1, C3S1, C3S2 e C4S2 as mais representadas, mostrando um risco de salinização médio a muito alto e um risco de alcalinização baixo a alto.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por sete pontos, nos quais foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal, sulfato, bicarbonato, cloreto, cálcio, magnésio, sódio,



potássio, manganês, ferro dissolvido, cobre e zinco, entre 2000 e 2008. Considerando exclusivamente esta informação, obtém-se os seguintes resultados estatísticos do Quadro 2.2.3, onde se constata:

- os valores de pH variam entre um máximo de 8,44 correspondente à água de um furo em Foros do Lacário (537/14) e um mínimo de 4,78 na água captada de um furo de abastecimento público das Borbolengas (519/63). O Valor médio deste parâmetro é de 7,64 e a mediana é praticamente igual;
- quanto à condutividade eléctrica, verifica-se que os valores variam entre o máximo de 2.760  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no furo 519/63 e um mínimo de 76,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no furo 519/65 em Canhestros. Verifica-se ainda, que a condutividade média é de 1.299,43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e a mediana 1.206,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , encontrando-se 62% das águas com valores superiores a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Valor Máximo Recomendado - VMR, definido pelo Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto) o que evidencia a elevada mineralização destas águas;
- os valores do ião cloreto destas águas são em 53% dos casos superiores a 200 mg/l (VMR). Verifica-se que o valor mais elevado destes parâmetros é de 2.159 mg/l, detectado no ponto de água 519/63, correspondendo ao furo cuja água apresenta também maior valor de condutividade eléctrica;
- no que diz respeito aos valores de bicarbonato para as águas amostradas, verifica-se que este apresenta valores relativamente elevados, atingindo no ponto 519/65, um valor máximo de 397 mg/l, sendo o valor médio de 267,36 mg/l e o mediano de 270 mg/l;
- os pontos de água amostrados apresentam concentrações de sódio bastante elevadas, a maioria das vezes (81%) com valores superiores a 150 mg/l, observando-se que o valor mais elevado é de 457,90 mg/l, correspondente ao furo 258/11 na Arroteia, enquanto a média dos valores é de 210,87 mg/l e a mediana 202,20 mg/l;
- relativamente aos restantes catiões e aniões pode constatar-se que existe um intervalo de concentrações relativamente extenso, que tem origem nas mineralizações resultantes das diferentes formações captadas ou da existência de algum caso de poluição pontual;

Quadro 2.2.3 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio padrão</b>
pH	7,64	7,65	4,78	8,44	0,42
Temperatura (°C)	21,51	21,30	16,90	27,50	2,39
Condutividade ( $\mu$ S/cm)	1299,43	1206,00	76,00	2760,00	515,04
Nitrato (mg/l)	2,35	1,31	0,015	17,00	2,71
Azoto amoniacal (mg/l)	0,027	0,02	0,0075	0,13	0,019
Sulfato (mg/l)	75,68	60,00	4,00	714,00	84,87
Bicarbonato (mg/l)	267,36	270,00	92,00	397,00	94,24
Cloreto (mg/l)	320,02	210,00	18,00	2159,00	305,78
Cálcio (mg/l)	35,51	36,55	2,75	65,25	20,01
Magnésio (mg/l)	33,46	40,49	4,75	51,27	14,73
Sódio (mg/l)	210,87	202,20	61,25	457,90	82,69
Potássio (mg/l)	7,91	2,66	1,15	274,00	35,60
Manganês (mg/l)	0,0077	0,01	0,001	0,03	0,0079
Ferro dissolvido (mg/l)	0,11	0,06	0,0025	0,67	0,15
Cobre (mg/l)	0,0042	0,0025	0,0025	0,03	0,0054
Zinco (mg/l)	0,0047	0,001	0,001	0,01	0,0046

Tendo em conta a última campanha realizada (Maio de 2009) para esta massa de água subterrânea verifica-se que se mantêm as tendências observadas nos anos anteriores, à excepção do azoto amoniacal que apresenta uma subida para um valor máximo de 0,17 mg/l.

Considerando os resultados da monitorização apresenta-se seguidamente a categoria em que se insere a qualidade da água captada na massa de água subterrânea, incluindo, sempre que justificável, o(s) parâmetro(s) responsáveis pelos problemas de qualidade detectados.

A avaliação de conformidade, em função dos VMA e dos VMR, será efectuada utilizando separadamente os critérios que constam, respectivamente, nas alíneas a) e b) do n.º 3 do Artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. A avaliação será feita parâmetro a parâmetro e prevalecerá a classificação do parâmetro mais desfavorável.

Quadro 2.2.4 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

Qualidade da água subterrânea				
Captação	Categoria			Parâmetros responsáveis pela categoria
	A1	A2	A3	
508/46				cloretos, condutividade, temperatura, azoto amoniacal (A1), ferro dissolvido (A1), estreptococos fecais (A1)
518/17				cloretos, condutividade, azoto amoniacal (A1), cobre (A1)
519/63				pH, sulfatos, temperatura, ferro dissolvido (A1)
519/65				temperatura
528/11				temperatura, ferro dissolvido (A1)
536/23				cloretos, sulfatos
537/14				temperatura

A qualidade da água classifica-se como superior a A3 para a maioria dos pontos monitorizados. Os parâmetros responsáveis por esta classificação são os cloretos, condutividade, pH, sulfatos e temperatura. Os parâmetros azoto amoniacal, cobre, ferro dissolvido e estreptococos fecais, não cumprem em muitos casos o designado para a classe A1.

Para as zonas protegidas que são massas de águas subterrâneas onde existem captações de água destinada à produção de água para consumo humano, será indicado se as características de qualidade da água correspondem às da categoria A1, utilizando para cada zona os anos com dados. Se as características de qualidade da água não corresponderem às da categoria A1 serão indicados os parâmetros responsáveis. A classificação será efectuada separadamente, em relação aos valores máximos admissíveis (VMA) e aos valores máximos recomendados (VMR).

Quadro 2.2.5 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

Qualidade da água subterrânea			
Captação	A1		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
519/65			
2000			temperatura, cloretos (VMR), condutividade (VMR), ferro dissolvido (VMR)
2001			cloretos, condutividade, temperatura
2002			cloretos, condutividade, ferro dissolvido,

Qualidade da água subterrânea			
Captação	AI		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
519/65			temperatura
2003			azoto amoniacal, cloretos, condutividade
2004			cloretos, condutividade
2005			cloretos, condutividade
2006			cloretos, condutividade, sulfatos
2007			cloretos, condutividade
2008			cloretos, condutividade
2009			condutividade

Como se pode constatar da observação do quadro anterior, esta captação destinada à produção de água para consumo humano, apresentava problemas de qualidade relacionados essencialmente com o teor de cloretos e a condutividade.

#### A. Estratificação hidroquímica vertical

O número de pontos inventariados considerados para esta massa de água foi de 53, contendo igualmente um total de 53 dados de CE e os mesmos 53 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.6).

O diagrama de Piper (Figura II.2.1 no Anexo II.2) mostra que as águas captadas mais superficialmente são fundamentalmente bicarbonatadas-sódicas, enquanto as captadas a maior profundidade são fundamentalmente cloretadas-bicarbonatadas-sódicas. Há portanto uma alteração nas fácies das águas subterrâneas de ambos os conjuntos de amostras. Esta situação é perfeitamente visível no diagrama de Piper das medianas para as águas recolhidas em captações menos profundas e em captações mais profundas (Figura II.2.2 no Anexo II.2).

No que respeita aos dados de CE, os valores medianos para as duas populações amostradas apresentam um grau de mineralização extremamente acentuado para as águas mais profundas (praticamente o dobro) quando comparadas com as águas mais superficiais (ver Quadro 2.2.6). Os valores são respectivamente 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 1 607  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para as amostras de água mais superficiais e mais profundas.

Não foi possível, por falta de dados, realizar o perfil de profundidades versus CE.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.3 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior

profundidade, embora se note a grande predominância de valores de águas mais profundas em relação às mais superficiais na parte final do gráfico, ou seja, para valores superiores de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água subterrânea apresenta uma forte tendência para uma estratificação no que diz respeito quer às fácies das suas águas, quer ao seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados e com fácies mediana cloretada-bicarbonatada-sódica, enquanto as águas mais superficiais apresentam fácies mediana bicarbonatada-sódica.

Quadro 2.2.6 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	μS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	22	850,0	22	294,6	114,8	26,6	57,9	109,3	4,50	36,2	HCO <sub>3</sub> -Na
Prof	31	1607,0	31	346,0	250,0	64,0	49,0	221,5	5,25	47,8	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na

#### 2.2.1.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

A recarga desta massa de água subterrânea é feita, essencialmente, por infiltração directa da precipitação nas formações aflorantes predominantes (arenitos com seixos e algumas intercalações argilosas), mas também através de troços influentes da rede hidrográfica, uma vez que sobre a área da massa de água subterrânea circulam o rio Sado e as Ribeiras de Campilhas e do Roxo.

A avaliação dos recursos hídricos disponíveis realizada no PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999), onde se considerou como disponibilidade hídrica anual a quantidade de água que existe no armazenamento permanente das massas de água subterrânea e que pode ser restituída pela água de recarga, num ano de recarga média.

A taxa de recarga natural da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade foi estimada no âmbito do PBH do Sado, pelo método de Vermeulen *et al.*, (1993, 1994 *in* PBH, 1999). Obteve-se um valor de recarga natural anual média de 177 mm/ano (**124 hm<sup>3</sup>/ano**), o que representa **30% do valor de precipitação** determinada para a Bacia de Alvalade.

Após a conclusão do PBH Sado (Paralta, 2007; Paralta *et al.*, 2008) determinou a recarga natural das formações miocénicas com recurso ao modelo EARTH (modelo de balanço hídrico sequencial diário), a

partir de curvas piezométricas de várias origens de água e com base nos eventos de recarga entre os anos de 2002 e 2007. Segundo estes autores, a recarga situa-se entre **20% a 35%** da precipitação em ano médio, ou seja, entre 105 e 185 mm/ano, de acordo com as características naturais do terreno e da ocupação do solo.

Estes autores salientam que, em função do regime torrencial da precipitação, os eventos principais de recarga natural são escassos e estão normalmente associados a precipitação pontual acima de 20 mm/dia. Os resultados da modelação da recarga foram obtidos para a Infra-estrutura 12 de Alqueva (Bloco de Rega de Canhestros - EFMA), em Ferreira do Alentejo, contudo são extensíveis à generalidade da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade, que é maioritariamente constituída por formações detríticas paleogénicas e miocénicas greso-argilosas.

Aplicando a taxa de recarga natural obtida por Paralta, 2007 e Paralta *et al.*, 2008, ao valor de 586 mm/ano, obtido para a série climática de valores de precipitação utilizada no presente estudo (1931/32 a 1996/97), passa a ter-se um valor de recarga situado entre 117 mm/ano e 205 mm/ano.

Estes valores são bastante próximos dos apresentados por Hidroprojecto *et al.* (1999) com a precipitação média anual idêntica à do presente estudo (586 mm) e uma taxa de recarga média correspondente a 30% da precipitação.

Assumindo-se então a taxa de recarga média de **30%**, corresponde um valor de recarga natural anual média de **176 mm/ano**, sendo o volume médio de recarga de **123,3 hm<sup>3</sup>/ano** para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade, idêntico ao apresentado no PBH do Sado.

No âmbito do presente plano foi estimado o volume de água que pode ser introduzido na massa de água subterrânea devido à rega de parcelas agrícolas com águas de origem superficial. O valor estimado é de **1,72 hm<sup>3</sup>/ano**.

Desta forma, o valor da **recarga média global a longo prazo** para a massa de água subterrânea Bacia de Alvalade é de **125,02 hm<sup>3</sup>/ano**.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea (**25 hm<sup>3</sup>/ano**) os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **100,02 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.7 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

<b>Bacia de Alvalade</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	701,5
Precipitação média anual (mm)	586
Recarga natural média anual (mm)	176
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	123,3
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	125,02
Taxa de recarga média (%)	30
Reservas (hm <sup>3</sup> )	1.360
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	100,02

### 2.2.1.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

As direcções de fluxo no interior desta massa de água subterrânea são do tipo radial, orientadas no sentido do interior da bacia. A informação disponível sobre a piezometria é muito escassa para permitir a sua caracterização efectiva ou a sua evolução ao longo do tempo.

A descarga da massa de água subterrânea far-se-á para a rede hidrográfica, para as nascentes e pela evapotranspiração. Não foram ainda, nos estudos realizados, quantificados estes volumes de descarga.

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Como já foi referido a informação disponível sobre a piezometria é muito escassa para permitir a sua caracterização efectiva. No entanto, pelo facto da massa de água subterrânea ser limitada na sua envolvente por formações de baixa permeabilidade e por haver uma estratificação que interfere no fluxo, o escoamento para a rede de drenagem que intersecta as várias camadas litológicas é favorecido. Tal origina uma relação, não quantificada e pouco caracterizada, de descarga da massa de água subterrânea para a superfície. A comprovar esta relação existem os registos de várias charcas que fazem o aproveitamento desta água para uso agrícola.

Conhece-se, por outro lado, a existência de, pelo menos duas zonas de ocorrência de lagoas temporárias, que estarão associadas à elevação sazonal do nível freático em formações detríticas superficiais. Estas lagoas dependentes de água subterrânea foram caracterizadas por Fonseca *et al.* (2008) e constituem ecossistemas lênticos temporários habitados por espécies de grandes branquiópodes, e também um importante número de espécies de anfíbios que utilizam aqueles habitats para reprodução.

Importa realçar que o principal elemento morfológico na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade é a superfície culminante aplanada e sub-horizontal a cotas que rondam os 100 m, onde estão instalados planaltos arenosos com extensão quilométrica (EHRSA, 2001). É neste ambiente de planaltos onde ocorrem as referidas lagoas temporárias, como acontece no planalto de Fornalhas (10 km<sup>2</sup>), entre o rio Sado e a ribeira de Campilhas, e o planalto de Gasparões (20 km<sup>2</sup>), entre a ribeira do Roxo e a ribeira de Canhestros, que a associação de níveis arenosos superficiais e a eventual existência de estratificação e/ou níveis lenticulares potencia a ocorrência destas lagoas. As Lagoas Temporárias Mediterrâneas estão protegidas pela Directiva Habitats (92/43/CEE de 21 de Maio).

Quadro 2.2.8 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

<b>Bacia de Alvalade</b>	
Ecosistemas aquáticos	Lagoas temporárias no planalto de Fornalhas e no planalto de Gasparões
Ecosistemas terrestres	Na dependência das lagoas temporárias (2)
Fluxos de transferência	-----

### 2.2.1.6. Extracções e balanço hídrico

#### A. Volumes consumidos conhecidos

De acordo com os dados de inventário e registo de captações da ARH Alentejo existem na massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade 235 captações, das quais 207 são de abastecimento privado e 28 de abastecimento público.

Do universo de captações privadas registadas 70% não tem uma classe de uso atribuída. No entanto através de uma análise do registo de utilizadores pode-se inferir que, dos não determinados, cerca de metade destes serão para uso agrícola ou misto, correspondendo a 31% do total.



Assim das captações cujo uso foi identificado (ou inferido) a maior parte destinar-se-á a rega (60%), pelo menos 1% destina-se a consumo humano, 1,9% para consumo humano e rega, 0,5% a uso industrial, 1,4% a consumo industrial e humano, 2,4% a abeberamento de gado e 1,9% a outros usos diversos. Os restantes 31% são usos não determinados.

Quadro 2.2.9 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea Bacia de Alvalade

Bacia de Alvalade				
Concelho	Nº de captações	Volume captado (m <sup>3</sup> /ano)	% do volume captado	População abastecida (hab)
Ferreira do Alentejo	6	240 830	34	4.063
Odemira	9	43.551	6	1.117
Ourique	2	3.882	1	33
Santiago do Cacém	10	411.336	59	14.530
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>699.599</b>	<b>100</b>	<b>19.743</b>

O volume registado para consumos privados conhecidos é de 3,73 hm<sup>3</sup>/ano. Pode-se inferir o volume de, pelo menos, 1,91 hm<sup>3</sup>/ano para rega. Das 28 captações de consumo público 20 têm volumes médios anuais atribuídos, sendo o valor de consumos de 1,60 hm<sup>3</sup>/ano.

A soma do registo dos consumos totais privados e públicos é de 4,43 hm<sup>3</sup>/ano, o que corresponde a 4% da recarga a longo prazo para esta massa de água subterrânea e 7% da totalidade dos consumos efectuados nas 8 massas de água subterrânea sob gestão da ARH Alentejo na RH6.

Da análise das proporções de uso conclui-se que o principal uso de água na Bacia de Alvalade é a rega agrícola. No entanto, dos usos particulares registados destaca-se o volume médio de 3,2 hm<sup>3</sup>/ano em charcas, o que revela a forte componente deste tipo de captações nesta zona. Por outro lado 25% da área da massa de água subterrânea está dentro de perímetros de rega associados a origens superficiais.

No Quadro 2.2.10 apresentam-se os volumes captados inventariados pela ARH Alentejo nos concelhos em que existem captações privadas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.10 – Consumos privados, por concelho, na massa de água subterrânea Bacia de Alvalade

<b>Bacia de Alvalade</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Aljustrel	12	812.365	22
Ferreira do Alentejo	92	1.789.394	48
Odemira	15	269.100	7
Ourique	2	3.000	0
Santiago do Cacém	86	855.380	23
<b>Total</b>	<b>207</b>	<b>3.729.239</b>	<b>100</b>

Todas as captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastecem menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 11,19 hm<sup>3</sup>/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas, para uma área de 50 km<sup>2</sup> de terreno cultivado e regado anualmente, de um total de 168,5 km<sup>2</sup> de áreas agrícolas identificadas (capítulo 5.3.3 - Pressões e impactes associados a poluição difusa).

Das áreas agrícolas identificadas na massa de água, 106 km<sup>2</sup> (63%) são servidas por perímetros de rega abastecidos por origens superficiais, correspondendo a 27 hm<sup>3</sup>/ano, os restantes 62 km<sup>2</sup> (23%) serão servidos por águas de outras origens, nas quais se incluem a captações de água subterrânea, num volume estimado em 11,18 hm<sup>3</sup>/ano. Considerando a soma da estimativa de volume de rega de origem subterrânea (11,18 hm<sup>3</sup>/ano) e o valor registado de consumo público (0,70 hm<sup>3</sup>/ano) obtém-se um valor global de consumos estimados de captações de água subterrânea de 11,88 hm<sup>3</sup>/ano. Este valor corresponde a 10% da recarga natural.

Este desequilíbrio de valores relativos é resultante da falta de dados de consumos associados às diferentes origens e tipologias, e da necessidade de ajuste dos métodos de determinação indirecta a dados “reais” de registo. Por outro lado existe uma necessidade de aprofundar o conhecimento global sobre o regime de exploração da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade.

Considerando também as captações em que a água subterrânea tem como destino o abastecimento de gado, o consumo humano, a indústria e as utilizações para lazer estimam-se consumos totais nesta massa de água subterrânea de **11,88 hm<sup>3</sup>/ano**. Estas extracções correspondem a 10% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.11 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade

<b>Bacia de Alvalade</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		123,30
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		1,72
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		125,02
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		25,00
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	4,43
	Estimadas	11,88
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>95,6</b>
	<b>Estimado</b>	<b>88,1</b>

## 2.2.2. Sines (O32)

### 2.2.2.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

O conhecimento histórico sobre a hidrogeologia desta massa de água subterrânea, ao contrário do que é mais frequente no Alentejo e na generalidade do país, resulta predominantemente de contribuições técnicas relacionadas com projectos de engenharia, para cujo desenvolvimento este conhecimento era necessário. Estas contribuições são mais representativas do que as resultantes da realização de trabalhos académicos, tendo gerado um vasto acervo de informação hidrogeológica sobre esta massa de água subterrânea.

Uma vez que os estudos disponíveis foram realizados de forma independente, a operacionalização da informação deles resultante para a gestão da água, obriga a um trabalho complexo de articulação entre as diferentes fontes de informação disponíveis, oriundas de contribuições produzidas em diferentes períodos, a diferentes escalas, e com objectivos e metodologias de abordagem muito diferentes.

Os primeiros estudos de carácter regional dedicados a esta massa de água subterrânea devem-se a Horta da Silva e Almeida (1982) e Rodrigues (1985). São igualmente de grande importância para o conhecimento destas unidades hidrostratigráficas, dada a sua natureza multicamada com sectores importantes das rochas carbonatadas jurássicas apresentando artesianismo repuxante, relatórios técnicos de sondagens. Por exemplo, Fernandes (1984) e Costa (1994a, 1994b).

Para além do trabalho já referenciado de Rodrigues (1985) existem ainda os trabalhos de Lavaredas & Silva (1998, 1999), Fernandes (2004) e de Fernandes *et al.* (2006a, 2006b) contribuindo para a identificação das fácies hidroquímicas destas unidades hidrostratigráficas.

Os trabalhos de síntese mais recentes sobre esta massa de água subterrânea foram efectuados no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999), do projecto ERHSA (2001) e por Almeida *et al.* (2000).

Chambel e Monteiro (2007) elaboraram um estudo no qual se apresentou uma síntese do estado actual do conhecimento sobre esta massa de água subterrânea, incluindo a definição de uma proposta para os perímetros de protecção de captações de abastecimento público implantadas no aquífero carbonatado profundo. Neste mesmo estudo e em e Monteiro *et al.* (2008) foram propostos modelos conceptuais de funcionamento hidráulico para o aquífero carbonatado profundo e para o aquífero detrítico superficial freático, tendo sido implementados modelos numéricos regionais em elementos finitos para simulação do funcionamento de cada um deles.

A massa de água subterrânea de Sines localiza-se a Leste da parte meridional da Serra de Grândola, na planície litoral ocidental da Bacia de Santiago do Cacém. Tem uma área aproximada de 250,2 km<sup>2</sup>, e abrange parcialmente os Concelhos de Grândola, Santiago do Cacém e Sines. É sensivelmente delimitado a Este pelas formações do paleozóico e do complexo vulcano-sedimentar que se sobrepõem ao grés de Silves (Triásico), a Sul pela Ribeira da Junqueira e a Norte por uma faixa a cerca de 2 km a Norte da Ribeira das Fontainhas.

Sob o ponto de vista estratigráfico, a massa de água subterrânea de Sines inclui rochas sedimentares que vão do Liásico (Jurássico Inferior) até ao Holocénico, com a notável ausência do Cretácico, que apenas se encontra identificado em sondagens *offshore* nesta bacia sedimentar. O conjunto de unidades

hidrostratigráficas presentes permitiu a identificação da massa de água subterrânea como sendo um aquífero multicamada.

O aquífero com maior importância do ponto de vista regional é o aquífero carbonatado do jurássico. Este encontra-se, na maior parte da área, confinado ou semiconfinado pelos níveis miocénicos e plio-quaternários, sendo a espessura destes materiais de cobertura muito variada, desde poucos metros de espessura até valores superiores à centena de metros (ERHSA, 2001). As formações do jurássico afloram no sector Este da massa de água subterrânea, onde ocorre recarga directa, e recarga indirecta por drenância dos aquíferos sobrejacentes Almeida *et al.* (2000).

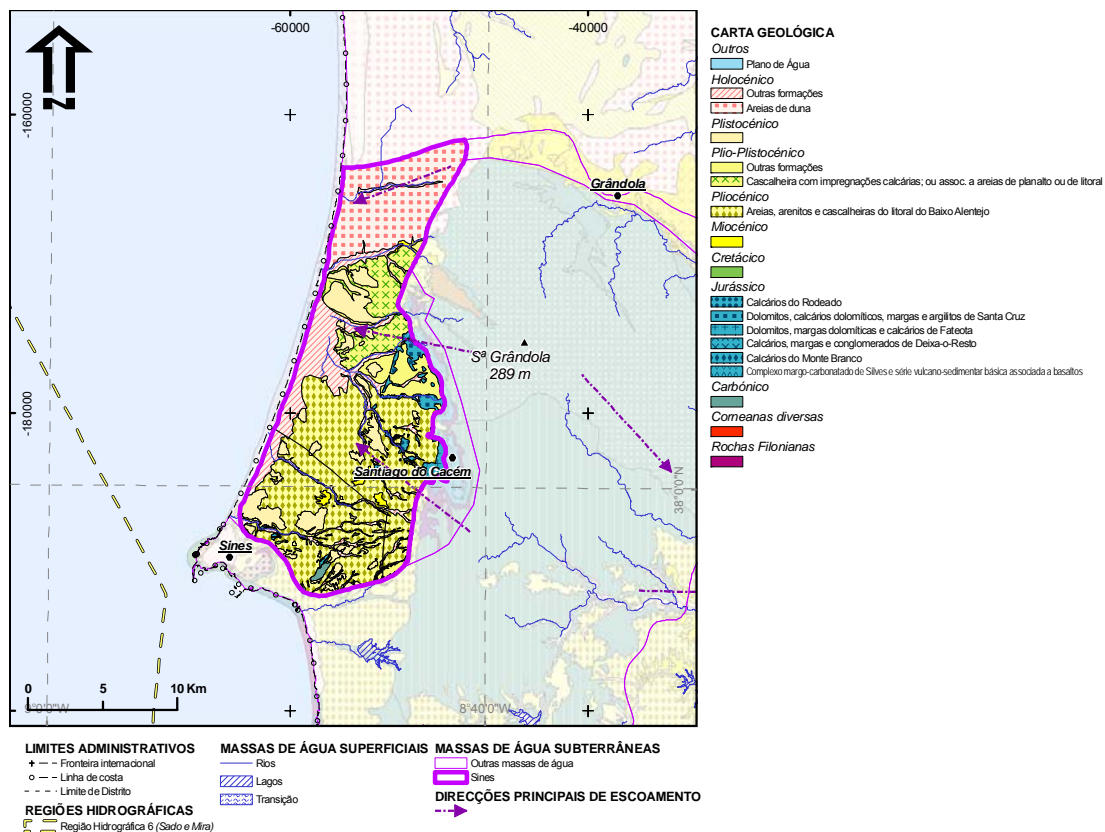


Figura 2.2.3- Geologia da massa de água subterrânea de Sines

Quanto ao aquífero suportado pelas rochas miocénicas, este corresponde a um aquífero confinado/semiconfinado pelos sedimentos plio-quaternários, estando a sua localização limitada à zona a Oeste da Falha de Deixa-o-Resto. Uma vez que não existem afloramentos de idade miocénica a recarga faz-se exclusivamente de forma diferida, através dos sedimentos suprajacentes. O aquífero plio-quaternário

corresponde a um aquífero multicamada, ora confinado, ora semiconfinado, ora livre, sendo a sua recarga essencialmente directa através da água da precipitação que se infiltra. (ERSHA, 2001).

Chambel e Monteiro (2007) definiram um alinhamento que se assume corresponder ao limite da área de ocorrência de artesianismo repuxante no aquífero profundo carbonatado da massa de água subterrânea de Sines. Este alinhamento corresponde parcialmente à Falha de Deixa-o-Resto, também denominada de Santo André, que rejeita as litologias do Jurássico Médio e Superior. Mais a Sul, o limite da área em que são conhecidas captações que apresentam artesianismo tem direcção Este-Oeste. A geometria apresentada para este alinhamento é hipotética, e pode ser melhorada à medida que se conhece com mais precisão a localização dos locais de ocorrência de confinamento do aquífero inferior.

De acordo com a divisão da área da massa de água subterrânea nestes dois domínios foi estimado que existe uma área com cerca de 95 km<sup>2</sup>, na qual a recarga contribui para a alimentação do aquífero profundo. Adicionalmente, considera-se que a recarga ocorrida na restante área da massa de água subterrânea (cerca de 155 km<sup>2</sup>) escoia exclusivamente no aquífero superior, cujo padrão regional de fluxo é controlado essencialmente através da conexão hidráulica que se estabelece com a rede hidrográfica. No aquífero inferior, o escoamento subterrâneo regional processa-se essencialmente de Este para Oeste, em direcção ao mar.

O aquífero carbonatado de Sines apresenta grande importância regional, quer para o abastecimento das populações dos concelhos de Grândola, Santiago do Cacém e Sines, quer para as actividades agrícolas e industriais. Os caudais obtidos em captações, exclusivamente por artesianismo repuxante chegam a ultrapassar 100 l/s. As produtividades dos furos que captam o miocénico são inferiores às do jurássico, mas não são negligenciáveis, existindo numerosos furos a captarem este nível aquífero, com produtividades moderadas e com uma considerável estabilidade dos níveis ao longo do tempo.

Quadro 2.2.12 – Características gerais para a massa de água subterrânea de Sines

<b>Sines</b>	
Unidade Hidrogeológica	Orla Ocidental
Área total (km <sup>2</sup> )	250,2
Centróide (M; P) (ETRS89)	-55412,3037; -178687,5951
Distritos abrangidos	Setúbal
Concelhos abrangidos	Grândola, Santiago do Cacém, Sines
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 494, 505, 516, 526

Sines	
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folha 42A, 42C
Unidades aquíferas principais	Calcários e dolomitos do Jurássico e formações miocénicas e plio-pleistocénicas

### 2.2.2.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área que drena para a massa de água Sines (376 km<sup>2</sup>) é superior à massa de água em si (250,2 km<sup>2</sup>). A zona de drenagem estende-se na direcção Norte – Sul na área litoral entre Melides e Sines, respectivamente. A Este termina na serra de Grândola e a Oeste no oceano Atlântico.

As formações de cobertura da área de drenagem da massa de água Sines correspondem a formações detríticas plio-pleistocénicas e holocénicas e ainda a litologias paleozóicas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo.

A generalidade da massa de água subterrânea de Sines é coberta por formações detríticas plio-pleistocénicas e holocénicas. Com excepção dos afloramentos jurássicos e miocénicos, no limite Este da massa de água subterrânea (onde a recarga se faz directamente nestas formações), a recarga do aquífero profundo, na zona onde há conexão hidráulica com o aquífero superior, é feita através de drenância dos depósitos de cobertura recentes. Dada a geometria da rede hidrográfica e a relação dos limites da massa de água subterrânea com as formações adjacentes é muito provável que se verifique alguma recarga alóctone, resultante da infiltração de cursos de água oriundos das formações paleozóicas menos permeáveis circundantes ao atingirem as rochas mesoceno-zóicas mais permeáveis.

As formações de cobertura, correspondem a materiais detríticos carbonatados de idade miocénica, assim como a materiais detríticos mais recentes como sejam os do Plio-pleistocénico, aluviões do Holocénico e areias de praia e duna. No projecto ERHSA (2001) é apresentada uma descrição detalhada das formações de cobertura da bacia sedimentar de Santiago do Cacém que se considera actual, sendo apresentada uma síntese da mesma que se complementa com elementos adicionais obtidos de outros estudos.

Os estratos que cobrem a área de drenagem correspondem portanto ao afloramento das seguintes formações:

- **Formação de Mértola (Carbónico)** é uma sequência turbidítica constituída por grauvaques, pelitos e alguns conglomerados intercalados. Os conglomerados podem ser do tipo

organizado ou desorganizado enquanto os siltitos e pelitos mostram-se finamente estratificados. Além destas fácies são ainda conhecidos raros olistolitos, “*slumps*” e filões clásticos (Oliveira et al., 1984).

- **Plio-pleistocénico:** Os depósitos de cobertura do Plio-pleistocénico correspondem, segundo Inverno *et al.* (1993) a areias com seixos da planície litoral, quer de origem marinha, quer continental, sendo comum considerarem-se como depósitos fluviais e fluviomarinhos (Horta da Silva e Fraga, 1980). Os depósitos são constituídos, em regra, por areias alaranjadas e avermelhadas com pequenos seixos de quartzo, lascas de xisto e fragmentos de arenito vermelho do Triásico. Localmente existem níveis com grandes calhaus rolados de quartzo, assim como argilitos, concreções carbonatadas e abundantes pisólitos ferruginosos, correspondentes a fenómenos de encouraçamento. Estes depósitos repousam directamente sobre as formações carbonatadas do Jurássico e Miocénico, com espessuras de cerca de 30-60 m (Horta da Silva *et al.*, 1980).
- **Pleistocénico:** É constituído por tufos calcários, dunas consolidadas e cascalheiras de antigas praias:
  - Estes tufos calcários formam bancadas horizontais que assentam em parte sobre o complexo de arenitos argilosos pliopleistocénicos. A espessura destes tufos não deverá ultrapassar os 5 m a 6 m, estando parcialmente capeados por areias superficiais pouco coerentes, que resultaram de antigas dunas arrasadas, terraços marinhos desmantelados e de arenitos argilosos lavados e retomados (Romariz & Carvalho, 1973).
  - Estas rochas apresentam um aspecto esbranquiçado a acinzentado, frequentemente porosas, e por vezes bastante compactas. A silicificação que atingiu esta formação em alguns locais confere-lhe um maior grau de compacidade e dureza. Estas rochas são compostas essencialmente por uma fracção carbonatada, acompanhada por escassos elementos não carbonatados, constituídos por materiais betuminosos e elementos siltítico-argilosos (Romariz & Carvalho, 1973).
- Os **Níveis de praias** correspondem a praias antigas, recobertas por uma cobertura arenosa, cujos níveis são difíceis de separar, e que mostram, o substrato junto aos vales (Zbyszewski, 1958). Os níveis de praia presentes são os seguintes: 90-100 m; 60-70 m; 30-40 m; 15-20 m. Estes níveis são definidos por materiais detríticos, quer cascalheiras de seixos mal rolados (nível 90-100 m), quer por areias com seixos bem rolados (níveis 60-70 m e 30-40 m), quer por areias finas, siltes e argilas (nível 15-20 m).



- **Holocénico:** Corresponde às dunas, areias de duna e areias de praia existentes ao longo de toda a costa a Norte do Cabo de Sines e também às aluviões das ribeiras com direcções aproximadas Este-Oeste, constituídas essencialmente por areias com seixos e lodos, assim como todos os sedimentos lagunares resultantes da evolução holocénica da Lagoa de Santo André.

Por forma a efectuarem uma estimativa de armazenamento permanente Hidroprojecto *et al.* (1999) assumiram valores de porosidade eficaz para as formações da massa de água subterrânea de Sines. Neste âmbito, foram atribuídos valores de 15% à areia com pequenos seixos, areias e cascalheiras, e um valor de 2% aos arenitos finos.

Noutros trabalhos efectuados na área do perímetro industrial de Sines, mais especificamente na refinaria da Petrogal, onde se fez uma vasta quantidade de sondagens geológicas até uma profundidade da ordem dos 15 metros. Em algumas destas sondagens foram efectuados ensaios hidráulicos (LeFranc) em pontos seleccionados (37) nos quais foram determinados valores entre os extremos  $3,4 \times 10^{-8}$  m/s e  $3,5 \times 10^{-6}$  m/s, com média de  $5,7 \times 10^{-7}$  m/s para a condutividade hidráulica. Estes valores foram determinados a profundidades entre 4 e 14 metros, nas formações de cobertura do limite Sul da massa de água subterrânea. Delgado (2003) apresentou uma síntese dos diversos estudos realizados no sector do sistema aquífero de Sines relacionados com a caracterização geotécnica e hidrogeológica do sector Sul da área industrial de Sines, cujo limite coincide aproximadamente com o também limite sul da massa de água subterrânea de Sines.

Quatro famílias de solos compõem 67% da área de drenagem da massa de água Sines. O solo com mais expressividade em termos de área corresponde à família **Ap – Podzóis (Não Hidromórficos), Sem Surraipa, Normais, de Areias ou Arenitos**. Estes solos ocorrem essencialmente na zona Oeste da área de drenagem associados a depósitos detríticos do Cenozóico.

A segunda família com maior expressão de área corresponde à família dos **Solos Incipientes dos Climas de Regime Xérico (Ex)**. Estes solos ocorrem na zona Este em estreita relação com os afloramentos de rochas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo (Formação de Mira e Formação de Mértola).

Os **Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de Arenitos Grosseiros (Vt)** são também importantes na área em estudo e encontram-se espacialmente na área de transição entre os dois tipos de solos referidos anteriormente.

Finalmente os **Podzóis, (Não Hidromórficos), com Surraipa, com A2 Bem Desenvolvido, de Areias ou Arenitos (Pz)** encontram-se essencialmente na zona Oeste.

Seguidamente listam-se as principais bacias de drenagem existentes na área em análise, e considerando as bacias identificadas no INTERSIG, são as seguintes: Ribeira da Ponte, para a qual afluí a ribeira da Badoca (31%); Ribeira de Melides (16%); Ribeira das Fontainhas (14%); Ribeira de Moinhos (9%) e Ribeira de Sancha (9%).

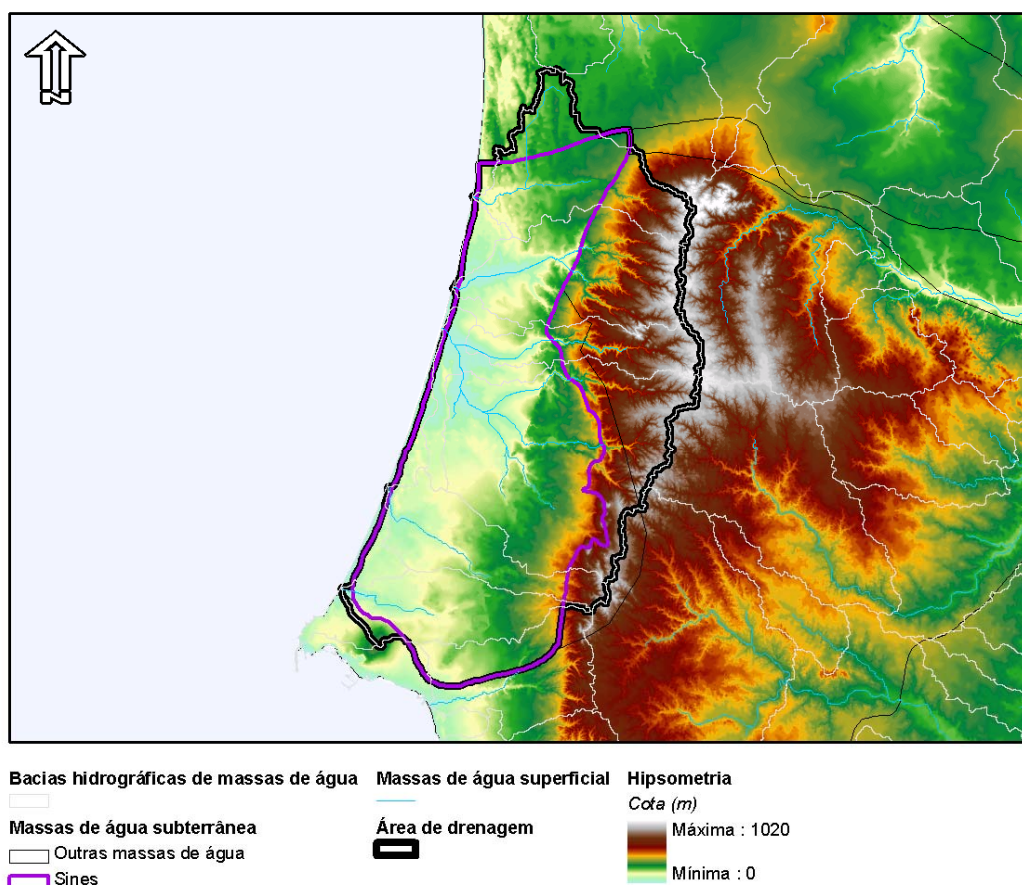


Figura 2.2.4 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea de Sines

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.13 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea de Sines

Sines	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	375,8
Geologia	Areias, arenitos e cascalheiras do Litoral do Baixo Alentejo (27%); Areias de Duna (20%); Formação de Mértola – Grupo do Fylsch do Baixo Alentejo (18%).
Solos	Ap (26%); Ex (18%); Vt (13%); Pz (10%)
Massas de água superficial	Ribeira da Ponte; Ribeira de Melides; Ribeira das Fontainhas; Ribeira de Moinhos; Ribeira de Sancha; Lagoa Santo André

### 2.2.2.3. Características hidroquímicas

#### A. Aquífero Poroso

Para o estudo da massa de água subterrânea de Sines, foram identificados 52 pontos de água, com 52 dados de CE e 40 dados de iões principais, mas que não puderam ser usados, pelo facto de não estarem referenciados aos dois aquíferos principais (e parcialmente sobrepostos) dentro do sistema. Deste modo, apenas foram usados neste estudo os pontos de água claramente identificados com um dos dois aquíferos do sistema, 18 pontos no total, 5 deles no Aquífero Poroso.

Todos os 5 pontos de água identificados neste aquífero continham informação completa, o que permitiu a sua classificação hidroquímica (fácies). O diagrama de Piper (Figura II.1.9 no Anexo II.1) mostra uma tendência bicarbonatada-mista, com composição tendencialmente sódico-cálcio-magnésiana no que diz respeito aos catiões. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.10 no Anexo II.1) mostram um claro domínio do ião bicarbonato sobre todos os restantes.

Apesar da pouca representatividade dos valores, o histograma dos valores de CE (Figura II.1.11 no Anexo II.1) mostra que, as amostras se concentram na classe 400-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para uma mediana dos valores de 499  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.12 no Anexo II.1) mostra que todas as amostras se distribuem entre as classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, com risco de alcalinização baixo e risco de salinização médio a alto, quando usadas para rega.

## B. Aquífero Cársico

Para o estudo da massa de água subterrânea de Sines, foram identificados 52 pontos de água, com 52 dados de CE e 40 dados de iões principais, mas que não puderam ser usados, pelo facto de não estarem referenciados aos dois aquíferos principais (e parcialmente sobrepostos) dentro do sistema. Deste modo, apenas foram usados neste estudo os pontos de água claramente identificados com um dos dois aquíferos do sistema, 18 pontos no total, 13 deles no Aquífero Cársico.

Todos os 13 pontos de água identificados neste aquífero continham informação completa, o que permitiu a sua classificação hidroquímica (fácies). O diagrama de Piper (Figura II.1.5 no Anexo II.1) mostra uma clara tendência bicarbonatada-cálcica, com alguma componente magnésiana no que diz respeito aos catiões. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.6 no Anexo II.1) mostram um claro domínio do ião bicarbonato e cálcio sobre os restantes.

O histograma dos valores de CE (Figura II.1.7 no Anexo II.1) mostra que as amostras se distribuem entre as classes 500 a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para uma mediana dos valores de 694  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.8 no Anexo II.1) mostra que todas as amostras se distribuem entre as classes C2S1 e C3S1, com risco de alcalinização baixo e risco de salinização médio a alto, quando usadas para rega.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por quatro pontos, nos quais foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal, sulfato, cloreto, cálcio, sódio, potássio, manganês, cobre e zinco, entre 2006 e 2008, contrariamente às restantes massas de água, em que o intervalo de amostragem teve início em 2000.

Analisando os resultados estatísticos do Quadro 2.2.14 pode constatar-se que:

- os valores de condutividade eléctrica variam entre um máximo de 1 047,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  correspondente à água de um furo em Moinho Novo (505/69) e um mínimo de 429,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na água captada de uma nascente em Melides (494/119). O valor médio deste parâmetro é de 693,08  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e a mediana 665,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , encontrando-se apenas 1 valor acima dos 1 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (VMR);
- no que diz respeito aos restantes elementos monitorizados, de uma maneira geral, apresentam valores inferiores ao VMR, à excepção do catião cálcio, que na única medição realizada apresenta um valor de 110,03 mg/l.

Quadro 2.2.14 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea de Sines

Parâmetro	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
pH	7,40	7,40	7,00	7,80	0,23
Temperatura (°C)	20,46	19,80	18,80	24,80	2,47
Condutividade (µS/cm)	693,08	665,00	429,00	1047,00	189,78
Nitrato (mg/l)	16,31	17,32	2,30	29,00	6,56
Azoto amoniacal (mg/l)	0,054	0,04	0,02	0,21	0,051
Sulfato (mg/l)	35,00	31,00	9,00	61,00	16,65
Cloreto (mg/l)	94,69	71,00	64,00	184,00	38,58
Manganês (mg/l)	0,0089	0,001	0,001	0,04	0,013
Cobre (mg/l)	0,0081	0,0025	0,0025	0,02	0,0077
Zinco (mg/l)	0,12	0,001	0,001	0,63	0,25

Tendo em conta a última campanha realizada (Maio de 2009) para esta massa de água subterrânea verifica-se que se mantêm as tendências observadas nos anos anteriores.

Considerando os resultados da monitorização levada a cabo pela ARH do Alentejo apresenta-se seguidamente a categoria em que se insere a qualidade da água captada na massa de água subterrânea, incluindo, sempre que justificável, o(s) parâmetro(s) responsáveis pelos problemas de qualidade detectados.

A avaliação de conformidade, em função dos VMA e dos VMR, será efectuada utilizando separadamente os critérios que constam, respectivamente, nas alíneas a) e b) do n.º 3 do Artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. A avaliação será feita parâmetro a parâmetro e prevalecerá a classificação do parâmetro mais desfavorável.

Quadro 2.2.15 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea de Sines

Qualidade da água subterrânea				
Captação	Categoria			Parâmetros responsáveis pela categoria
	A1	A2	A3	
494/119				temperatura, azoto amoniacal (A1)
505/69				condutividade, azoto amoniacal (A1)
516/126				

Qualidade da água subterrânea				
Captação	Categoria			Parâmetros responsáveis pela categoria
	A1	A2	A3	
516/127				nitratos, zinco (A1)

A qualidade da água classifica-se como A2 para a maioria dos pontos monitorizados. Os parâmetros responsáveis por esta classificação são a condutividade, nitratos e temperatura. O parâmetro azoto amoniacal não cumpre em muitos casos o designado para a classe A1.

Importa contudo ainda referir os problemas de qualidade da massa de água subterrânea relacionados com os compostos orgânicos, nomeadamente de hidrocarbonetos poliaromáticos (PAH's), de BTEX e hidrocarbonetos do petróleo (TPH), que embora não sejam analisados na rede de monitorização da ARH do Alentejo têm sido identificados em análises efectuadas pela Câmara Municipal de Sines (conforme apresentado no Tomo 7). A sua origem será provavelmente proveniente das instalações industriais presentes na Zona Industrial e Logística de Sines.

Para as zonas protegidas que são massas de águas subterrâneas onde existem captações de água destinada à produção de água para consumo humano, será indicado se as características de qualidade da água correspondem às da categoria A1, utilizando para cada zona os anos com dados. Se as características de qualidade da água não corresponderem às da categoria A1 serão indicados os parâmetros responsáveis. A classificação será efectuada separadamente, em relação aos valores máximos admissíveis (VMA) e aos valores máximos recomendados (VMR).

Quadro 2.2.16 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea de Sines

Qualidade da água subterrânea			
Captação 494/119	A1		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
2007			azoto amoniacal, temperatura
2008			
2009			
Captação 505/69	VMR	VMA	Parâmetros responsáveis pela categoria
2007			
2008			azoto amoniacal, condutividade
2009			azoto amoniacal
Captação 516/126	VMR	VMA	Parâmetros responsáveis pela categoria



Qualidade da água subterrânea			
Captação 494/119	AI		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
2007			
2008			
2009			
Captação 516/127	VMR	VMA	Parâmetros responsáveis pela categoria
2006			
2007			nitratos, zinco
2008			zinco
2009			

Como se pode constatar da observação do quadro anterior, as captações destinadas à produção de água para consumo humano, não apresentavam problemas de qualidade para os parâmetros monitorizados, no entanto o teor de azoto amoniacal, condutividade, nitratos, temperatura e zinco é ligeiramente excedido em alguns anos. Refiram-se contudo as concentrações dos hidrocarbonetos poliaromáticos (PAH's) e de BTEX que foram obtidos em captações utilizadas pela Câmara Municipal de Sines e que evidenciaram problemas de qualidade da água subterrânea para a produção de água para consumo humano. Refira-se que as cinco captações de Monte Feio localizadas nesta massa de água subterrânea, não se encontram licenciadas pela ARH Alentejo devido ao facto dos respectivos perímetros de protecção se encontrarem sobre a Zona Industrial e Logística de Sines, facto a que acresce o problema de contaminação relacionado com a actividade industrial aí desenvolvida. Actualmente, algumas destas captações já se encontram desactivadas.

#### **Estratificação hidroquímica vertical**

A massa de água subterrânea de Sines constitui uma excepção em relação às restantes massas de água subterrânea/aquíferos da RH6, pois é constituído, pelo menos, por dois aquíferos sobrepostos, o aquífero superior, poroso, livre, mais superficial, e um aquífero confinado, mais profundo, cársico, com manifestações claras de artesianismo.

Para o estudo global da massa de água subterrânea de Sines, foram identificados 52 pontos de água, com 52 dados de CE e 40 dados de iões principais, mas que não puderam ser usados, pelo facto de não estarem referenciados aos dois aquíferos principais (e parcialmente sobrepostos) dentro da massa de água subterrânea. Deste modo, apenas foram usados neste estudo os pontos de água claramente identificados com um dos dois aquíferos da massa de água subterrânea, 18 pontos no total, 5 deles no aquífero poroso, o aquífero superior da massa de água subterrânea de Sines, contendo igualmente um

total de 5 dados de CE e 5 dados relativos aos iões principais e 13 pontos no aquífero cársico, igualmente com 13 dados de CE e 13 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.17).

O diagrama de Piper (Figura II.2.4 no Anexo II.2) mostra que as águas captadas no aquífero inferior cársico são fundamentalmente bicarbonatadas-mistas (Na-Ca-Mg), enquanto as águas captadas no aquífero superior poroso são fundamentalmente bicarbonatadas-cálcicas. Não se tratando de uma estratificação dentro de um aquífero ou massa de água única, comprova-se uma estratificação nos dois aquíferos sobrepostos, que é também reflectida nos valores de CE, com o aquífero poroso a apresentar uma mediana de 499  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o aquífero cársico a apresentar uma mediana de 694  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , representando um grau de mineralização superior para o aquífero cársico, mais profundo. Os valores medianos apresentados no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.5 no Anexo II.2) mostram igualmente essa situação.

Porque se trata de dois aquíferos independentes, não faz sentido apresentar o perfil de profundidades versus CE, nem o gráfico com os valores globais de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que estes dois aquíferos apresentam características físico-químicas distintas, quer em relação às fácies das suas águas, quer ao seu grau de mineralização, com as águas do aquífero cársico a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados e com fácies mediana bicarbonatada-mista (Na-Ca-Mg), enquanto as águas mais superficiais apresentam fácies mediana bicarbonatada-cálcica.

Quadro 2.2.17 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea de Sines

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	$\mu\text{S}/\text{cm}$	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup – Poroso	5	499,0	5	250,0	70,0	20,0	32,3	38,0	2,40	16,0	HCO <sub>3</sub> -Na-Ca-Mg
Inf – Cársico	13	694,0	13	395,0	72,0	27,0	74,8	41,0	2,32	30,8	HCO <sub>3</sub> -Ca

#### 2.2.2.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

A primeira estimativa de balanço regional para a massa de água subterrânea de Sines foi apresentada por Henriques & Rodrigues (1987), tendo estes autores considerado 4 l/s.km<sup>2</sup> (126 mm/ano) como valor de recarga média, este valor, tendo em conta a área de 250 km<sup>2</sup>, corresponde a um escoamento anual médio de 31,5 hm<sup>3</sup>/ano.



Posteriormente à primeira estimativa apontada no parágrafo anterior, no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999), foi aplicado o método de Vermeulen *et al.* (1994), que consiste na estimativa de recarga mais actual para a massa de água subterrânea de Sines. O valor de recarga anual média estimado foi de 177 mm/ano (**44 hm<sup>3</sup>/ano**), representando **29%** da precipitação anual média (610 mm) calculada neste plano para esta massa de água subterrânea.

Aplicando a taxa de recarga obtida (valor médio entre os dois aquíferos) por Hidroprojecto *et al.* (1999), ao valor de 708 mm/ano, obtido para a série climática de valores de precipitação utilizada no presente estudo (1931/32 a 1996/97), passa a ter-se um escoamento anual médio de **51,4 hm<sup>3</sup>/ano** (205 mm/ano) para a massa de água subterrânea de Sines.

A partir das estimativas, anteriormente referidas, de Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008), para as subáreas da massa de água subterrânea que se considera alimentarem predominantemente o aquífero superior (cerca de 155 km<sup>2</sup>) e inferior (cerca de 95 km<sup>2</sup>), é possível apresentar uma subdivisão deste valor total de recarga natural anual médio, separando o que se considera corresponder ao aquífero detrítico superior e ao aquífero carbonatado confinado profundo (31,8 hm<sup>3</sup> e 19,5 hm<sup>3</sup>, respectivamente). No entanto, os 95 km<sup>2</sup> de área que contribuem para a recarga do sistema profundo não correspondem exclusivamente a áreas aflorantes de rochas carbonatadas, uma vez que a área das mesmas é muito inferior a este valor. Na verdade parte importante desta recarga ocorre através de água previamente infiltrada no aquífero detrítico superior mas, na área em que este está em conexão com o aquífero carbonatado profundo (drenância).

Na massa de água subterrânea de Sines não existem actualmente áreas regadas com águas superficiais, pelo que se considerou que a **recarga média global a longo prazo** é igual à recarga natural, ou seja, 51,4 hm<sup>3</sup>/ano.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (10,28 hm<sup>3</sup>/ano) da massa de água subterrânea os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **41,1 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.18 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Sines, aquífero poroso

<b>Sines superficial (poroso)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	155
Precipitação média anual (mm)	708
Recarga natural média anual (mm)	205
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> /ano)	31,8

<b>Sines superficial (poroso)</b>	
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	51,4
Taxa de recarga média (%)	29
Reservas	880
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	25,36

Quadro 2.2.19 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Sines, aquífero cársico

<b>Sines profundo (cársico)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	95
Precipitação média anual (mm)	708
Recarga natural média anual (mm)	205
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	19,5
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	51,4
Taxa de recarga média (%)	29
Reservas	130
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	15,68

#### 2.2.2.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas terrestres e aquáticos. Estes correspondem aos locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas, que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Foi realizada a análise cruzada do modelo conceptual com a distribuição espacial das zonas designadas para a protecção de habitats ou espécies, em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a protecção dos ecossistemas, incluindo os Sítios da Rede Natura 2000.

No caso da massa de água subterrânea de Sines revestem-se de especial relevância as lagoas costeiras de Melides (0,4 km<sup>2</sup>), Santo André (2,5 km<sup>2</sup>) e Sancha (0,2 km<sup>2</sup>), associadas a depósitos holocénicos. Estas situam-se na faixa costeira sobre a área da massa de água subterrânea de Sines. Apesar do seu carácter

predominantemente marinho, estas lagoas têm igualmente uma componente de contribuição hidrológica continental, que depende de transferências do aquífero detrítico superficial existente nesta área, pelo que se consideram ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas.

Estas lagoas costeiras estão associadas aos troços terminais das ribeiras de Melides, Ponte, Badoca e Sancha. Os depósitos sedimentares que constituem a base das lagoas são sedimentos detríticos e matéria orgânica organizados em várias unidades estratigráficas que atingem uma espessura máxima na ordem dos 40 m (Freitas *et al.*, 2002). A baixa condutividade hidráulica destes depósitos (devida à elevada componente de sedimentos finos), limita a conexão hidráulica entre as lagoas e o aquífero detrítico freático existente nesta área (com excepção de alguns sectores das lagoas mais afastadas da sua abertura ao mar).

No entanto, as ribeiras associadas às lagoas são efluentes, por receberem o caudal de base dos sedimentos pliocénicos, plistocénicos e holocénicos que constituem um importante aquífero freático detrítico que faz parte da massa de água subterrânea de Sines. Apesar de haver igualmente comportamento influente destes cursos de água em períodos húmidos (incluindo recarga alóctone proveniente de escoamento superficial gerado nas litologias pouco permeáveis situadas para Este do aquífero), os cursos de água que confluem para estas lagoas costeiras são predominantemente efluentes nos seus sectores terminais (que estão normalmente associados a zonas húmidas).

Nestes troços terminais, correspondentes às secções das ribeiras que desembocam nas lagoas, tal como nas zonas mais a montante, os sedimentos são mais grosseiros do que na base das lagoas. Assim, a componente continental que contribui para o balanço hidrológico destas áreas é essencialmente controlada pela dinâmica do aquífero superior da massa de água subterrânea de Sines (Monteiro *et al.*, 2008).

O sistema ambiental complexo constituído por estas lagoas costeiras e sistemas hidrológicos continentais superficiais e subterrâneos associados encontra-se enquadrado juridicamente sob o ponto de vista da Conservação da Natureza e Diversidade. As áreas em questão integram-se no Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), através da definição das “Zona de protecção especial da Lagoa de Santo André”, e “Zona de Protecção Especial da Lagoa da Sancha”. Ambas as lagoas fazem igualmente parte da Rede Nacional de Áreas Protegidas e adicionalmente, toda a faixa costeira da massa de água subterrânea de Sines está incluída no Sítio de importância comunitária Comporta-Galé.

De facto, a análise da descrição das zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies, para as quais a manutenção ou o melhoramento do estado da zona é considerada um dos factores importantes para a protecção, incluindo os Sítios relevantes da Rede Natura 2000, permitiu constatar que todas as

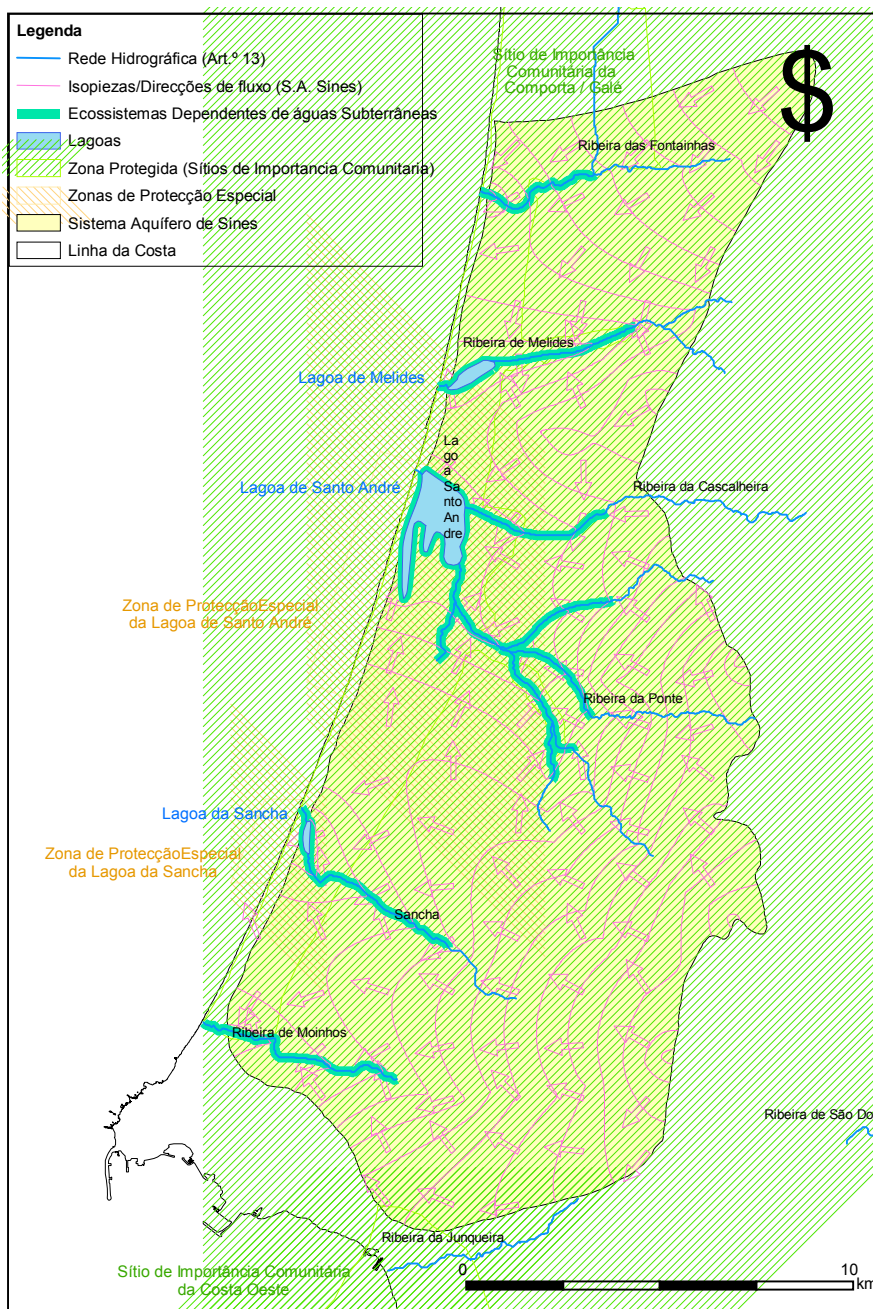
área identificadas como potenciais ecossistemas dependentes de águas subterrâneas estão classificadas como Sítios de Importância Comunitária ou Zonas de Protecção especial.

Dessas áreas constam: o Sítio de Importância Comunitária da Comporta/Galé com enquadramento legal definido na Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97 de 28 de Agosto e na Portaria n.º 829/2007 de 1 de Agosto; Zona de Protecção Especial da Lagoa de Santo André e Zona de Protecção Especial da Lagoa da Sancha, ambas com enquadramento legal definido no Decreto-Lei n.º 384-B/99 de 23 de Setembro.

Os volumes de transferência para os Ecossistemas dependentes de água subterrânea identificados, de acordo com o modelo conceptual considerado, não podem ser quantificados de forma directa uma vez que os caudais dos cursos de água que constituem a área de descarga do aquífero detrítico superior não são monitorizados. No entanto, Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008) calcularam estimativas de transferências para cada uma destas ribeiras a partir do aquífero detrítico superficial, recorrendo a um modelo em elementos finitos apresentado noutra secção (Capítulo 2.2.9.2 – Caracterização aprofundada) do presente relatório.

Apesar da inequívoca relação das lagoas costeiras de Santo André, Melides e Sancha com o aquífero poroso, estes espaços desenvolveram-se associados a uma dinâmica costeira e uma interacção com variação sazonal de afluências de águas continentais e marinhas. Os ecossistemas associados a estas zonas são, portanto parcialmente dependentes das águas subterrâneas que constituem um componente importante no seu funcionamento.

O grau de dependência destas lagoas costeiras das águas subterrâneas é mais pequeno do que seria se fosse dado livre curso à natureza nesta área, isto porque a componente marinha é estimulada pelas aberturas periódicas das respectivas ligações ao mar, fazendo assim com que a proporção dos balanços hidrológicos tenha uma componente continental muito inferior àquela que existiria em condições naturais. Pode pois afirmar-se que o grau de dependência destes ecossistemas, relativamente ao aquífero superior da massa de água subterrânea de Sines está dependente das opções de gestão ambiental desta área (Figura 2.2.3).



Nota: As isopiezas e vectores representado as direcções predominantes de fluxo representam o modelo conceptual de escoamento do aquífero superior detrítico da massa de água subterrânea de Sines

Figura 2.2.5 – Identificação de ecossistemas parcialmente dependentes das águas subterrâneas associados à massa de água subterrânea de Sines

Quadro 2.2.20 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea de Sines

Sines	
Ecosistemas aquáticos	Ribeira das Fontainhas, de Melides, da Cascalheira, da Ponte, da Sancha, de Moinhos, Lagoa de Melides, Santo André e Sancha
Ecosistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (6) e lagoas (3)
Fluxos de transferência	----

### 2.2.2.6. Extracções e balanço hídrico

#### A. Volumes consumidos conhecidos

De acordo com os dados de inventário e registo de captações da ARH Alentejo existem na massa de água subterrânea de Sines 502 captações, das quais 464 são de abastecimento privado e 38 de abastecimento público.

Do universo de captações cujo uso foi identificado a maior parte (198) destina-se a rega (88%), 2% destina-se a consumo humano, 2,5% para consumo humano e rega, 4% a uso industrial, 2,5% a abeberamento de gado e o restante 1% a outros usos diversos.

O volume registado para consumos privados conhecidos é de 3,7 hm<sup>3</sup>/ano, sendo que metade destes consumos não tem uma tipologia atribuída. No entanto destaque-se o valor de 0,33 hm<sup>3</sup>/ano para a indústria e 0,76 hm<sup>3</sup>/ano para consumo humano. Das 38 captações de consumo público 21 têm volumes médios anuais atribuídos, sendo o valor de consumos de 3,6 hm<sup>3</sup>/ano.

As extracções conhecidas representam 14% da recarga a longo prazo para esta massa de água subterrânea e 12% da totalidade dos consumos efectuados nas 8 massas de água subterrânea sob gestão da ARH Alentejo na RH6.

Este último valor é bastante próximo das estimativas recentes obtidas em trabalhos sobre a hidrogeologia da região em que se apresentam valores de extracções praticados por diferentes entidades para abastecimento público (Duque, 2007; Chambel e Monteiro, 2006), pelo que se encontra provavelmente próximo das extracções reais para este tipo de uso.

No Quadro 2.2.21 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações públicas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.21 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea Sines

<b>Sines</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Grândola	1	173.520	5	950
Santiago do Cacém	27	2.686.902	75	55.624
Sines	10*	716.400	20	9.949
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>3.576.822</b>	<b>100</b>	<b>66.523</b>

\* Inclui volumes captados pelas 5 captações de Monte do Feio. Estas captações não se encontram licenciadas pela ARH Alentejo devido ao facto dos respectivos perímetros de protecção se encontrarem sobre a Zona Industrial e Logística de Sines, facto a que acresce o problema de contaminação relacionado com a actividade industrial aí desenvolvida. Actualmente, algumas destas captações já se encontram desactivadas.

O mesmo não se passa com as utilizações privadas, relativamente às quais subsiste um conhecimento menos completo, somando o registo dos consumos totais privados existentes o valor já apontado é de 3,7 hm<sup>3</sup>/ano.

No Quadro 2.2.22 apresentam-se os volumes consumidos nos concelhos em que existem captações privadas a captar nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.22 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Sines

<b>Sines</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Grândola	142	1.476.112	40
Santiago do Cacém	302	1.659.194	45
Sines	20	535.556	15
<b>Total</b>	<b>464</b>	<b>3.670.862</b>	<b>100</b>

Todas as captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastecem menos de 50 pessoas.

## B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 4,92 hm<sup>3</sup>/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas, aplicadas a uma área de 904 ha de terreno cultivado e regado anualmente, de um total de 4.729 ha de áreas agrícolas identificadas (ver capítulo 5.3.3 – Pressões e Impactes associados a poluição difusa).

Estes valores configuram desde logo um desequilíbrio entre os dados que podem ser obtidos por diferentes métodos e que mostram ser necessário aprofundar o conhecimento sobre o regime de exploração da massa de água subterrânea de Sines.

De facto, o volume de extracção anual licenciado correspondente às 175 captações identificadas, cujas extracções se destinam a rega, apenas soma 0,52 hm<sup>3</sup>/ano.

Outro sector em que os volumes do registo de dados relativos aos consumos são inferiores aos referenciados noutros trabalhos é os industriais. De acordo com os valores apontados por Delgado (2003), existem registos de volumes de extracção em parte da área industrial de Sines na ordem do 2,0 hm<sup>3</sup>/ano. Valor bastante superior ao do que consta dos registos actualmente disponíveis para este tipo de uso que, tal como acima referido são de 0,33 hm<sup>3</sup>/ano.

De acordo com os valores acima fornecidos, se forem considerados os valores de extracção que constam do registo de captações actualmente existente, chega-se a um valor total de extracções anuais médias na massa de água subterrânea de Sines de 3,7 hm<sup>3</sup>/ano (de usos privados) somado a 3,6 hm<sup>3</sup>/ano (abastecimento público), ou seja, 7,3 hm<sup>3</sup>/ano, que corresponde a cerca de 14% da recarga natural anual média estimada para esta massa de água subterrânea.

Pelo conjunto de factores anteriormente apontados considera-se mais realista ter em conta o volume total indicado para rega, estimado a partir das áreas regadas (4,92 hm<sup>3</sup>/ano), adicionado ao abastecimento público (3,58 hm<sup>3</sup>/ano), ao abastecimento doméstico privado (0,76 hm<sup>3</sup>/ano), e ainda ao uso industrial, utilizando neste caso o valor obtido em Delgado (2003), correspondendo a 2,00 hm<sup>3</sup>/ano. A soma total destes valores corresponde a 11,24 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, cerca de 22% da recarga a longo prazo.

Um aspecto complementar relativamente ao regime de exploração da massa de água subterrânea de Sines consiste, no facto de ser possível atribuir as estimativas de consumo apontadas no parágrafo anterior ao aquífero carbonatado profundo e ao aquífero detrítico superficial.



As captações de abastecimento público e a indústria somam um consumo de 5,6 hm<sup>3</sup>/ano e exploram o aquífero inferior, cuja recarga anual média é de 19,5 hm<sup>3</sup>. Por sua vez, as captações utilizadas para rega, e abastecimento doméstico privado extraem 5,68 hm<sup>3</sup>/ano e estão implantadas nas formações recentes detríticas que constituem o aquífero superior, correspondendo, neste caso, o valor médio de recarga 31,8 hm<sup>3</sup>. De acordo com estes valores estima-se que o volume de exploração corresponde a cerca de 18% da recarga no aquífero detrítico superficial e cerca de 29% da recarga no aquífero carbonatado profundo.

As extracções totais estimadas para esta massa de água subterrânea, incluindo a rega, o abeberamento de gado, o consumo privado, a indústria e o turismo, são de 11,24 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 22% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.23 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea de Sines

<b>Sines</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		51,38
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		51,38
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		10,28
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	7,25
	Estimadas	11,24
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>33,9</b>
	<b>Estimado</b>	<b>29,9</b>

## 2.2.3. Viana do Alentejo-Alvito (A6)

### 2.2.3.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

Os primeiros estudos dedicados à caracterização hidrogeológica da massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito foram efectuados por Candeias (1997) e Candeias e Silva (1998). Os trabalhos de Almeida *et al.* (2000), a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos da área abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) e o estudo ERHSA (2001), contribuíram igualmente para a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos desta área.

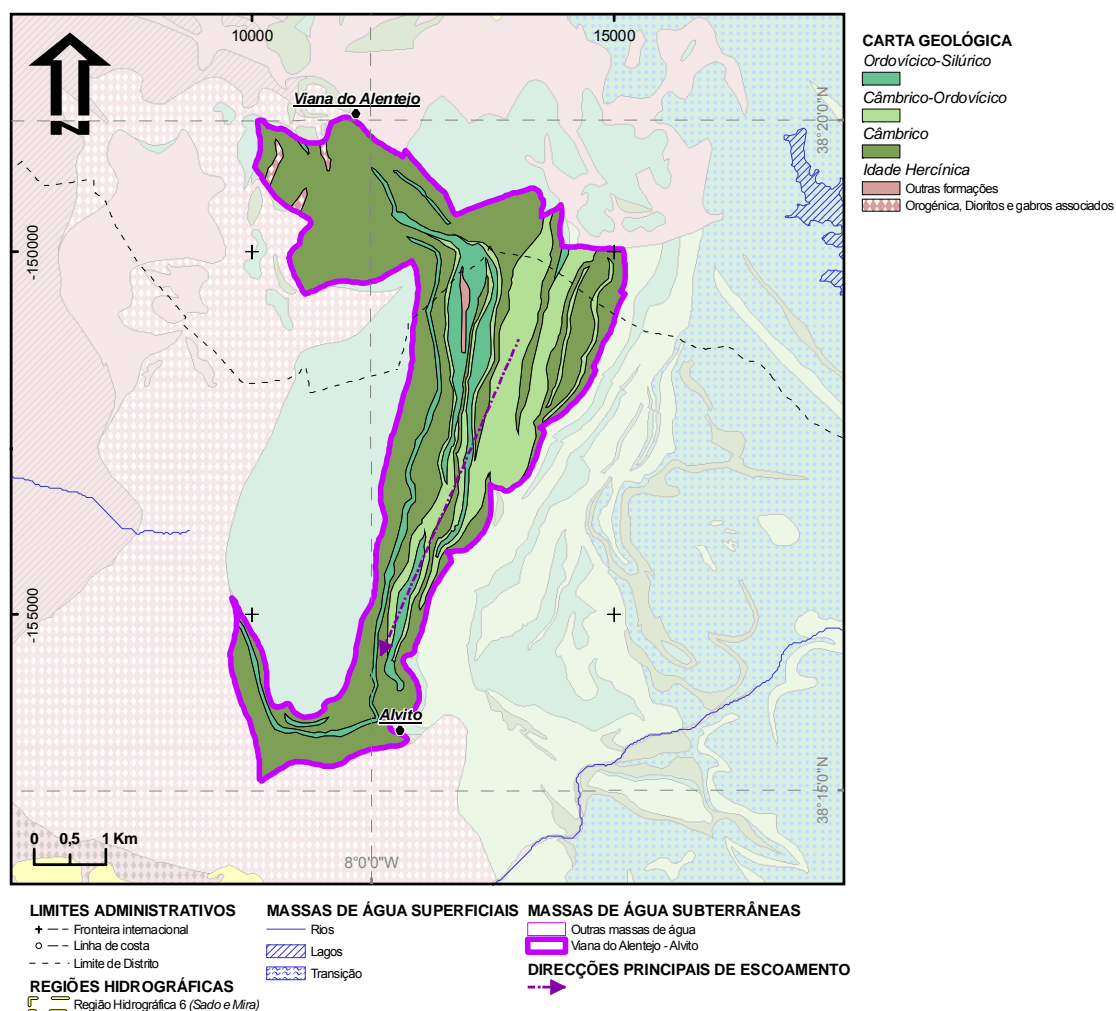


Figura 2.2.6- Geologia da massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

Esta massa de água subterrânea carbonatada, inserida na unidade hidrogeológica do Maciço Antigo, desenvolve-se entre os concelhos de Viana do Alentejo e Alvito e apresenta elevada produtividade associada à complexidade estrutural e litológica das unidades geológicas que a suportam.

As rochas carbonatadas que integram o conjunto de litologias associadas a esta massa de água subterrânea estão bastante carsificadas e afectadas por falhas que fracturam e compartimentam o reservatório, originando uma complexa rede de condutas que possibilitam também a conexão hidráulica com as unidades envolventes (gnaisse fêlsicos de Alvito-Vila Nova de Baronia-Viana do Alentejo, xistos da Série Negra de Águas de Peixe, quartzitos e metachertes). Apesar de menos produtivas do que as rochas carbonatadas estas litologias são importantes para a definição da geometria desta massa de água subterrânea no qual os mármore impuros de Alvito-Viana do Alentejo são a formação mais importante apresentando características mistas de aquífero cársico e fracturado. Esta é livre em alguns sectores e confinado noutros, devido à cobertura de *terra rossa*. A espessura das rochas carbonatadas é superior a 105 m em Viana do Alentejo (Ferreira *et al.*, 2000).

Quadro 2.2.24 – Características gerais para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo–Alvito</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	18,4
Centróide (M; P) (ETRS89)	12464,54859; -151953,6222
Distritos abrangidos	Beja, Évora
Concelhos abrangidos	Alvito, Viana do Alentejo
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 479, 488
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 40C
Unidades aquíferas principais	Mármore impuros de Alvito-Viana do Alentejo

### 2.2.3.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área de drenagem da massa de água Viana do Alentejo-Alvito coincide com a área da mesma (18,4 km<sup>2</sup>).

A maior parte da área de drenagem corresponde a litologias do complexo cristalofílico (73%) sendo a maioria rochas carbonatadas ou calco-silicatadas. A formação Águas de Peixe apresenta-se como a segunda maior importante litologia na área em análise.

Os estratos que cobrem a área de drenagem correspondem essencialmente ao afloramento das seguintes formações:

- **Formação Águas de Peixe (Câmbrico - Ordovícico)** – constituída essencialmente por xistos negros, frequentemente granatíferos e, mais raramente, filádios sericíticos e grafitosos. São frequentes intercalações de metaliditos e quartzitos negros (com grafite e/ou produtos ferroginosos), conferindo ao conjunto aspecto *flyschóide* (Carvalhosa et al., 1972).
- **Complexo cristalofíltico: calcários, dolomitos e rochas calco-silicatadas (Câmbrico)** – correspondem a rochas calcárias e calcomagnesianas, derivadas de sedimentos calcários e calcário-dolomíticos. Compreendem essencialmente calcários e dolomitos cristalinos, cipolinos, rochas calco-silicatadas ou calcomagnesianas silicatadas sendo as primeiras indicadas as rochas calcomagnesianas dominantes (Carvalhosa et al., 1972).

A referência mais relevante sobre a importância dos depósitos de cobertura desta massa de água subterrânea diz respeito ao facto dos depósitos de *terra rossa*, a argila residual que cobre, em maior ou menor extensão todos os aquíferos carbonatados, terem desenvolvimento suficiente para impor condições de confinamento em alguns sectores da mesma (Candeias, 1997).

Candeias e Silva (1998) referem a presença de depósitos de *terra rossa* que atingem os 10 m, o que justifica a ocorrência de condições de confinamento.

Os solos dominantes correspondem a **Solos Mediterrâneos, Vermelhos ou Amarelos, de Materiais Calcários (Vcc)**. Os solos da família designada por **Pm (Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Para-Barros)** e por **Vq (Solos Mediterrâneos, Vermelhos ou Amarelos, de Materiais Não Calcários, Normais, de quartzitos ou rochas afins)** são duas famílias de solos também importantes na área em análise.

As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Viana do Alentejo-Alvito são as seguintes: Ribeira de Odivelas (59%) e Ribeira da Fragosa (17%).

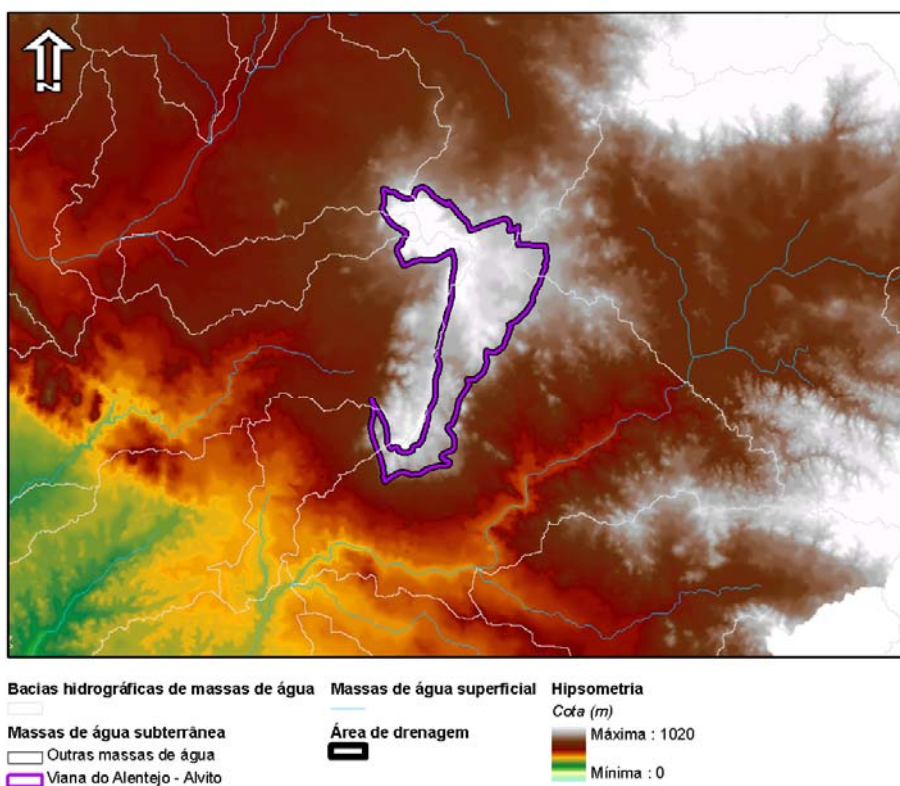


Figura 2.2.7 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.25 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo – Alvito</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	18,4
Geologia	Complexo cristalofílitico: calcários, dolomitos e rochas calco-silicatas (66%); Formação Águas de Peixe: xistos e quartzitos negros (15%)
Solos	Vcc (58%); Pm (13%); Vq (11%)
Massas de água superficial	Ribeira de Odivelas; Ribeira da Fragosa

### 2.2.3.3. Características hidroquímicas

Foram identificados 27 pontos nesta massa de água subterrânea, com os mesmos 27 dados de CE e dos iões principais que permitiram a sua classificação hidroquímica (fácies).

O diagrama de Piper (Figura II.1.13 no Anexo II.1) mostra que as águas subterrâneas são fundamentalmente bicarbonatadas cálcicas, com alguma tendência magnésiana, o que é corroborado pelos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.14 no Anexo II.1), onde se observa que o ião mais representativo é o bicarbonato, logo seguido pelos iões cálcio e magnésio.

O histograma dos valores de CE (Figura II.1.15 no Anexo II.1) mostra que a classe mais representativa se encontra no intervalo 700-800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.16 no Anexo II.1) mostra que todas as amostras estão representadas nas classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, representando um risco de alcalinização baixo e um risco de salinização médio a alto.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por três pontos, nos quais foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal, sulfato, bicarbonato, cloreto, cálcio, magnésio, sódio, potássio, manganês, ferro dissolvido, cobre e zinco, entre 2000 e 2008.

Analisando os resultados estatísticos do Quadro 2.2.26 pode constatar-se que:

- a maioria das águas amostradas apresenta valores de nitrato inferiores a 25,0 mg/l e apenas num ponto (488/13) no Rossio do Barreiro o teor em nitrato ultrapassa os 50,0 mg/l;
- das análises consideradas, 40% possuem concentrações inferiores a 250,0 mg/l para o bicarbonato, sendo que o valor mais elevado se verifica no furo 488/13. A média apresenta um valor de 275,0 mg/l, enquanto a mediana tem um valor mais elevado, 363,0 mg/l;
- as águas amostradas apresentam teores de cálcio inferiores a 200,0 mg/l, estando 57% com valores superiores a 100,0 mg/l, atingindo o valor máximo (144,5 mg/l) no furo 488/13;
- no que diz respeito aos valores de manganês para as águas amostradas, verifica-se que este elemento apresenta valores relativamente elevados, atingindo no poço 488/20 na Herdade da Pedregosa, um valor máximo de 0,11 mg/l (superior ao VMA, de 0,1 mg/l), sendo o valor médio de 0,03 mg/l e o mediano de 0,01 mg/l;

- os pontos de água amostrados apresentam concentrações de ferro dissolvido bastante elevadas, em que alguns casos (8%) têm valores superiores a 0,3 mg/l (VMA), observando-se que o valor mais elevado é de 0,76 mg/l, correspondente ao poço 488/20, enquanto a média e a mediana dos valores é de 0,19 mg/l;
- relativamente aos restantes catiões e aniões pode constatar-se que existe um intervalo de concentrações relativamente extenso, que tem origem nas mineralizações resultantes das diferentes formações captadas ou da existência de algum caso de poluição pontual.

Quadro 2.2.26 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio padrão</b>
pH	7,20	7,20	6,30	7,78	0,32
Temperatura (°C)	18,65	19,00	15,00	23,50	2,17
Condutividade (µS/cm)	556,29	686,00	163,00	843,00	209,85
Nitrato (mg/l)	14,26	14,00	0,46	50,70	9,46
Amónia total (mg/l)	0,03	0,02	0,009	0,22	0,03
Sulfato (mg/l)	17,39	17,00	7,60	44,38	6,87
Bicarbonato (mg/l)	275,00	363,00	120,00	386,00	134,14
Cloreto (mg/l)	30,21	27,00	8,00	62,00	10,77
Cálcio (mg/l)	86,52	101,39	31,43	144,50	43,41
Magnésio (mg/l)	20,65	22,31	6,39	32,25	8,25
Sódio (mg/l)	21,48	20,92	8,51	38,25	9,77
Potássio (mg/l)	1,21	1,125	0,68	2,91	0,48
Manganês (mg/l)	0,03	0,01	0,001	0,11	0,04
Ferro dissolvido (mg/l)	0,19	0,19	0,003	0,76	0,21
Cobre (mg/l)	0,008	0,003	0,001	0,03	0,008
Zinco (mg/l)	0,07	0,08	0,001	0,19	0,07

Tendo em conta a última campanha realizada (Maio de 2009) para esta massa de água subterrânea verifica-se que se mantêm as tendências observadas nos anos anteriores.

Considerando os resultados da monitorização apresenta-se seguidamente a categoria em que se insere a qualidade da água captada na massa de água subterrânea, incluindo, sempre que justificável, o(s) parâmetro(s) responsáveis pelos problemas de qualidade detectados.

A avaliação de conformidade, em função dos VMA e dos VMR, será efectuada utilizando separadamente os critérios que constam, respectivamente, nas alíneas a) e b) do n.º 3 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. A avaliação será feita parâmetro a parâmetro e prevalecerá a classificação do parâmetro mais desfavorável.

Quadro 2.2.27 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

Qualidade da água subterrânea				
Captação	Categoria			Parâmetros responsáveis pela categoria
	A1	A2	A3	
479/9				ferro dissolvido
488/13				nitratos, ferro dissolvido (A1)
488/20				ferro dissolvido (A1), manganês (A1 e A2), pH (A1)

A qualidade da água classifica-se como superior a A1 para a maioria dos pontos monitorizados. Os parâmetros responsáveis por esta classificação são o ferro dissolvido, manganês, nitratos e pH. Os restantes parâmetros analisados cumprem o designado para a classe A1.

Para as zonas protegidas que são massas de águas subterrâneas onde existem captações de água destinada à produção de água para consumo humano, será indicado se as características de qualidade da água correspondem às da categoria A1, utilizando para cada zona os anos com dados. Se as características de qualidade da água não corresponderem às da categoria A1 serão indicados os parâmetros responsáveis. A classificação será efectuada separadamente, em relação aos valores máximos admissíveis (VMA) e aos valores máximos recomendados (VMR).

Quadro 2.2.28 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

Qualidade da água subterrânea			
Captação 479/9	A1		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
2000			
2002			
2003			
2004			coliformes totais
2005			ferro dissolvido
2006			



Qualidade da água subterrânea			
Captação 479/9	AI		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
2007			
2008			
2009			
Captação 488/13	VMR	VMA	Parâmetros responsáveis pela categoria
2000			nitratos
2001			ferro dissolvido
2002			
2003			nitratos
2004			azoto amoniacal, nitratos
2005			ferro dissolvido
2006			nitratos
2007			cobre
2008			zinco
2009			

Como se pode constatar da observação do quadro anterior, as captações destinadas à produção de água para consumo humano apresentam problemas de qualidade relacionados essencialmente com o teor de azoto amoniacal, cobre, coliformes totais, ferro dissolvido, nitratos e zinco, que é ligeiramente excedido em alguns anos.

#### **Estratificação hidroquímica vertical**

Foram identificados 27 pontos nesta massa de água subterrânea, com os mesmos 27 dados de CE e dos iões principais. No entanto, nenhum dos pontos tem indicação do tipo de captação onde foi recolhida a informação, pelo que não foi possível realizar a análise da sua estratificação.

#### **2.2.3.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)**

Os valores de recarga estimados por Candeias (1997) e Candeias e Silva (1998) foram retomados nos trabalhos de Almeida *et al.* (2000), e no estudo ERHSA (2001). Constatou-se que a harmonização das taxas de recarga obtidas por Candeias (1997) com o balanço hídrico sequencial mensal no solo converge para valores de **15,6% da precipitação** e 100 mm de altura de água.

Candeias e Silva (1998) calcularam uma precipitação anual média de 651,9 mm na área das rochas carbonatadas, que consideraram ser de 17,5 km<sup>2</sup>. Nesta área os 101,7 mm de recarga profunda estimados neste trabalho gerariam assim um escoamento anual médio de 1,8 hm<sup>3</sup>.

Almeida *et al.* (2000) retomaram este valor, tal como Ferreira *et al.* (2000) nos seus trabalhos posteriores. No presente plano assume-se igualmente que se mantém actual a taxa de recarga estimada por Candeias (1997), havendo apenas a actualizar, por um lado a área actualmente considerada para a massa de água subterrânea, que é de 18,4 km<sup>2</sup>, e o valor de 665 mm de precipitação para a série climática 1931/32 a 1996/97, utilizada no presente estudo. De acordo com estes valores tem-se um escoamento anual médio de **1,9 hm<sup>3</sup>** (103,74 mm).

Na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito não existem actualmente áreas regadas com águas superficiais, pelo que se considerou que a **recarga média global a longo prazo** é igual à recarga natural, ou seja, 1,9 hm<sup>3</sup>/ano.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (0,38 hm<sup>3</sup>/ano) da massa de água subterrânea os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **1,53 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.29 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo–Alvito</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	18,4
Precipitação média anual (mm)	665
Recarga natural média anual (mm)	103,74
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	1,91
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	1,91
Taxa de recarga média (%)	15,6
Reservas	48
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	1,53

### 2.2.3.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

Quando o estado actual do conhecimento sobre a hidrogeologia das massas de água subterrânea permite o estabelecimento de um modelo conceptual considerado fiável, a metodologia empregue para identificação de ecossistemas dependentes das águas subterrâneas baseou-se na identificação de áreas de interacção entre águas subterrâneas e superficiais.

Incluem-se nas áreas de interacção, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas terrestres e aquáticos. Estes correspondem aos locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e, também as zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Foi igualmente realizada a análise cruzada destes modelos conceptuais com a distribuição espacial das zonas designadas para a protecção de habitats ou espécies em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a protecção dos ecossistemas, incluindo os Sítios da Rede Natura 2000.

No caso presente, verifica-se que a Ribeira de Odivelas, num troço situado a Jusante da Barragem do Alvito, recebe o contributo de vários cursos de água, cujas cabeceiras recebem o caudal de base gerado na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito. A zona de Águas de Peixe, tal como toda a zona limítrofe Este desta massa de água subterrânea, é drenada por um conjunto de linhas de água que circulam na periferia da massa de água subterrânea, em parte associadas a diversas nascentes que permitem a classificação destas linhas de água como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas que circulam na mesma (Figura 2.2.8).

Chama-se a atenção para o facto de, numa primeira análise desta área se poder levantar a possibilidade da Zona de Importância comunitária Alvito-Cuba poder ter uma eventual relação com a presença de um ecossistema dependente de água subterrânea. No entanto, a área do território onde esta se situa corresponde à zona de recarga, e por consequência de percolação descendente de água subterrânea. Assim, não é na área da massa de água subterrânea que se situam os ecossistemas dela dependentes, mas sim na sua periferia, onde de acordo com o modelo conceptual de escoamento proposto se processa a descarga da massa de água subterrânea e não a sua recarga.

Sobre os aspectos de relação da massa de água subterrânea com as lagoas temporárias, não existe informação concreta na bibliografia consultada.

Quadro 2.2.30 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

Viana do Alentejo-Alvito	
Ecosistemas aquáticos	Afluentes da ribeira de Odivelas
Ecosistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (1)
Fluxos de transferência	----

### 2.2.3.6. Extracções e balanço hídrico

#### A. Volumes consumidos conhecidos

Os dados actualmente disponíveis sobre a massa de água subterrânea Viana do Alentejo-Alvito apenas contêm 15 registos de utilizações, de acordo com os quais 5 captações são destinadas a rega e 4 são destinadas a abastecimento público. Para os restantes casos não há referência aos tipos de uso das captações inventariadas.

Ainda de acordo com este registo, o total de extracções praticado é de 0,29 hm<sup>3</sup>/ano, dos quais 0,24 hm<sup>3</sup>/ano seriam destinados ao abastecimento público (83% do total). Este registo de captações é incompleto, não constando do mesmo 9 das 17 captações inventariadas dentro dos limites da massa de água subterrânea durante os trabalhos do projecto ERHSA (2001).

Constata-se que, de acordo com estes valores, teria sido reduzido o volume anual médio de extracções associado a abastecimento público para menos de metade, relativamente ao praticado até aos primeiros anos deste século, facto que se deve à entrada em funcionamento do abastecimento público de parte dos concelhos de Alvito e Viana do Alentejo a partir de águas superficiais.

No Quadro 2.2.31 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações públicas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.31 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo–Alvito</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Alvito	2	20.702	9	2.746
Viana do Alentejo	2	216.612	91	s.i.
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>237.314</b>	<b>100</b>	<b>2.746</b>

s.i. - sem informação

Relativamente às captações privadas, que correspondem a 17% dos consumos conhecidos nesta massa de água subterrânea, refira-se que a rega está inventariada como representando apenas 5% dos volumes totais captados.

No Quadro 2.2.32 apresentam-se os volumes consumidos nos concelhos em que existem captações privadas a captar nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.32 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo–Alvito</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Alvito	10	49.410	99,7
Viana do Alentejo	1	170	0,3
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>49.580</b>	<b>100</b>

Todas as captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastecem menos de 50 pessoas.

As extracções conhecidas representam 15% da recarga a longo prazo para esta massa de água subterrânea e menos de 1% da totalidade dos consumos efectuados nas 8 massas de água subterrânea sob gestão da ARH Alentejo na RH6.

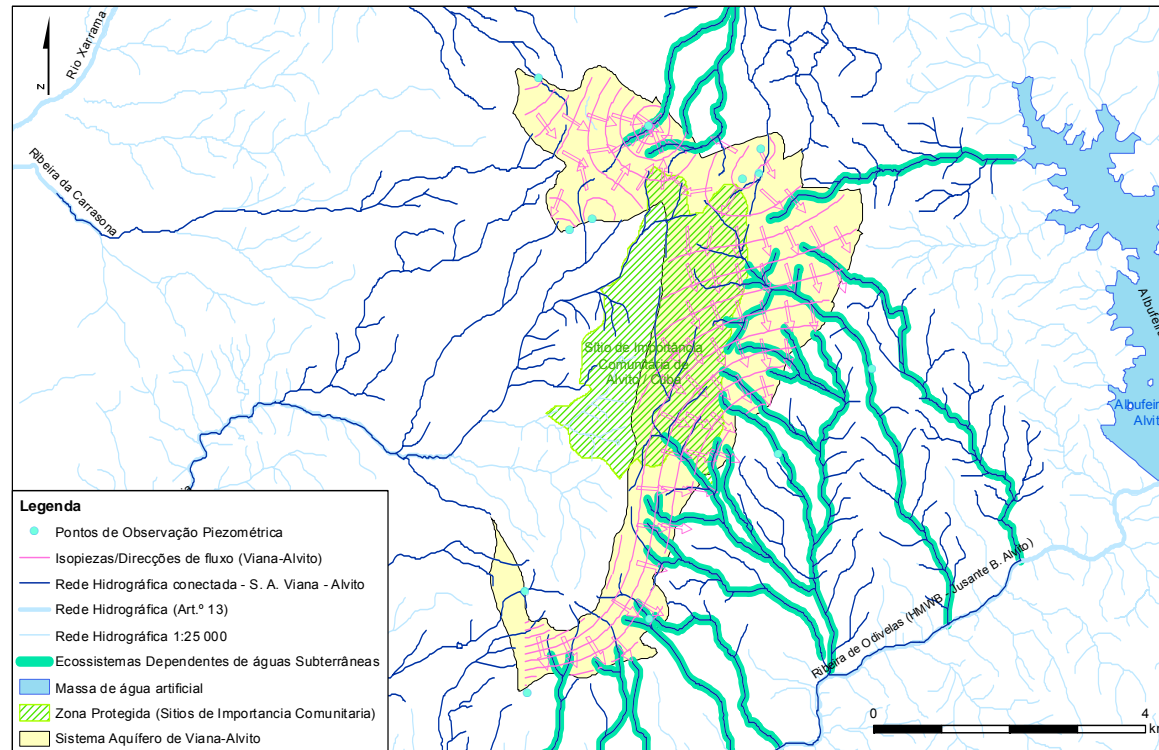


Figura 2.2.8 – Identificação de Ecossistemas dependentes das águas subterrâneas associados à massa de água subterrânea de Viana do Alentejo–Alvito

## B. Volumes consumidos estimados

Uma vez que os consumos de água para rega não estão totalmente inventariados, estimou-se o volume de extracções para este tipo de uso, de acordo com a metodologia empregue no plano, baseada no cálculo de áreas regadas do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006).

O volume de extracção determinado foi de 0,21 hm<sup>3</sup>/ano, correspondente a uma área regada anualmente de cerca de 78 ha. Toda a rega desta área é efectuada a partir de águas subterrâneas, uma vez que não existe qualquer perímetro de rega na área desta massa de água subterrânea.

O total das extracções actuais estimadas, considerando o somatório do registo de volume das captações públicas e estimativa para rega é pois de 0,45 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, cerca de 24% da recarga anual média a longo prazo. Apesar de este valor não configurar por si só uma situação de risco deverá ser considerado sob reserva, uma vez que os dados apontam para um deficiente conhecimentos dos usos da água na massa de água subterrânea que é acompanhado de ausência de monitorização piezométrica e de caudais de nascentes, ambos indispensáveis para uma avaliação rigorosa do estado quantitativo.

## C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.33 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito

<b>Viana do Alentejo-Alvito</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		1,91
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		1,91
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		0,38
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	0,29
	Estimadas	0,45
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>1,24</b>
	<b>Estimado</b>	<b>1,08</b>

## 2.2.4. Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (A01RH6)

### 2.2.4.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

A massa de água subterrânea do Maciço Antigo da Bacia do Sado engloba um conjunto de unidades geológicas diferenciadas e com diferentes potenciais hidrogeológicos, distribuído por 2.711,3 km<sup>2</sup>. Das formações mais produtivas pode-se distinguir os aquíferos de Montemor-o-Novo, Escoural, Évora, Cuba-São Cristóvão e Portel. Os aquíferos de Évora, Portel e Cuba-São Cristóvão são partilhados com a Bacia do Guadiana (RH7) e os aquíferos de Escoural e Montemor-o-Novo com a Bacia do Tejo (RH5).

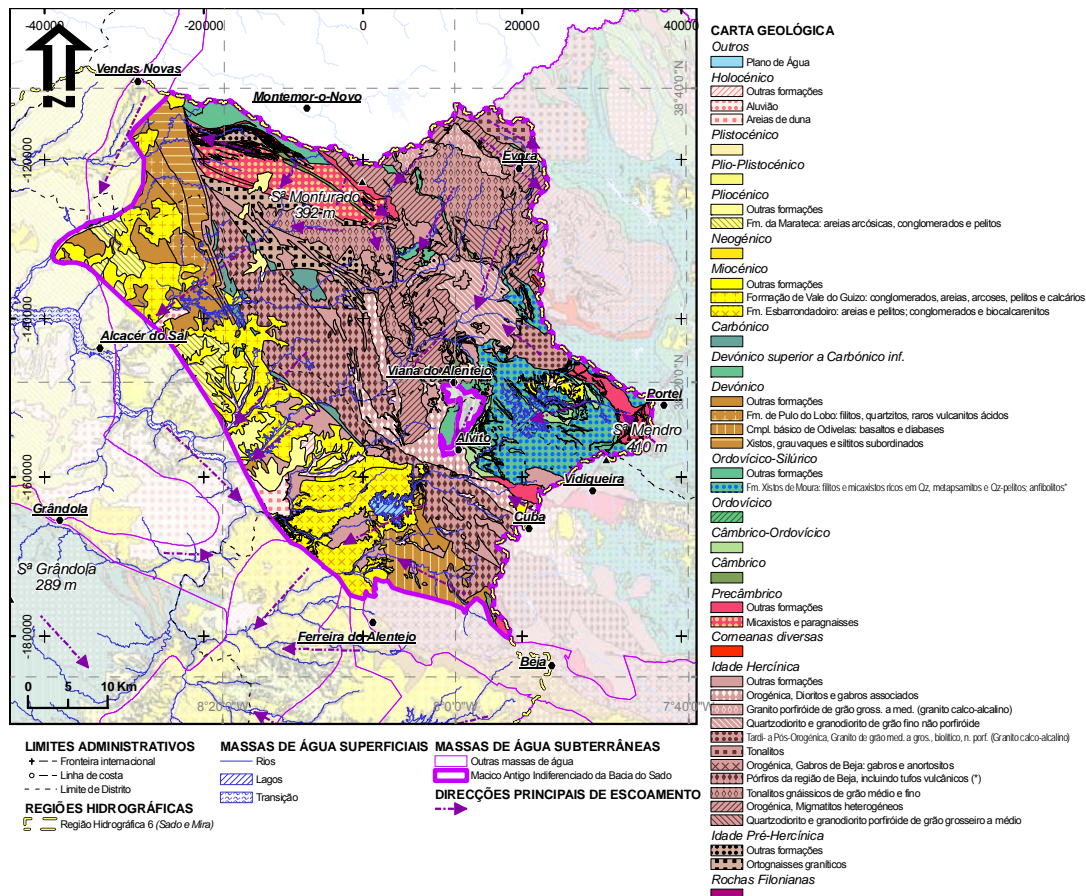


Figura 2.2.9- Geologia da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado



O sector menos produtivo do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado, que abrange a Zona de Ossa Morena (ZOM), é composto por duas unidades geológicas, que não sendo aquíferos, poderão localmente, e de acordo com ERHSA (2001), apresentar interesse hidrogeológico:

- Rochas ígneas e metamórficas da Zona de Ossa Morena, essencialmente os Xistos de Moura
- Rochas sedimentares do Sado

Seguidamente descrevem-se os aquíferos com maior desenvolvimento na RH6: Escoural, Cuba-São Cristóvão e Portel.

O **aquífero do Escoural** ocupa uma área de 198 km<sup>2</sup>, desenvolvendo-se uma pequena parte deste sector (cerca de 9 km<sup>2</sup>) na região hidrográfica do Tejo (RH5 – 4,5% na RH5). Este aquífero é suportado pela formação do Escoural, a Sul, composta por gnaisses e anfibolitos, ocorrendo a Norte desta formação o complexo filonítico de Moura, formado maioritariamente por xistos. Este aquífero tem um comportamento de aquífero livre a semi-confinado e foi estudado por ERHSA (2001).

O **aquífero de Cuba-São Cristóvão**, apresenta uma área de 387 km<sup>2</sup>, sendo que a sua parte final (14 km<sup>2</sup>) fica na bacia do Guadiana (RH7). Este aquífero comporta três litótipos distintos, os granodioritos de Cuba-Alvito (variações entre os gabros e os granófiros), os ortognaisses e a formação do Escoural (gnaisse e anfibolitos). Trata-se de um aquífero poroso a fracturado, em que a circulação da água mais profunda se faz nos planos de descontinuidade (fracturado). Nas zonas superficiais o movimento da água dá-se nas zonas de alteração da rocha, que determina o desenvolvimento de um meio de escoamento poroso. Este aquífero foi estudado por PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) e ERHSA (2001).

O **aquífero de Portel**, apresenta uma área de 17,9 km<sup>2</sup>, dividida pelas bacias do Sado (11,6 km<sup>2</sup>) e do Guadiana (6,3 km<sup>2</sup>). Tal como acontece na massa de água subterrânea de Viana do Alentejo-Alvito, este aquífero é composto, essencialmente, por três litologias diferentes, o Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Ficalho-Moura, constituído essencialmente por xistos e quartzitos, os calcários e dolomitos e a Formação de Água de Peixe, composta essencialmente por xistos.

Podem ocorrer no **aquífero de Portel** zonas de maior permeabilidade, por acção da carsificação e da fracturação, sendo as zonas de menor permeabilidade correspondentes aos terrenos com maior componente argilosa. Tem comportamento misto de cársico a fracturado, mas em que o sistema de fracturação se apresenta mais desenvolvido que o sistema cársico. Este aquífero foi estudado por PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) e ERHSA (2001).

No que diz respeito às formações geológicas que não sendo aquíferos, poderão localmente, apresentar interesse hidrogeológico apresenta-se seguidamente um enquadramento geral atendendo à sua importância no abastecimento de pequenas e médias povoações:

- **rochas ígneas e metamórficas da ZOM, essencialmente os Xistos de Moura:** são constituídos essencialmente por xistos luzentes, com quartzo de exsudação e com intercalações de líditos, xistos negros, metavulcanitos ácidos e básicos, calcoxistos e marmores (ERHSA, 2001). Esta zona tem um comportamento misto, entre o poroso e o fracturado (abaixo dos 40 m), sendo livre na sua parte mais superficial. Esta área com interesse hidrogeológico foi estudada por PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) e ERHSA (2001);
- **rochas sedimentares do Sado:** As formações geológicas com maior aptidão são as cascalheiras, areias e arcoses que representam as áreas com maiores produtividades da ZOM. Esta área com interesse hidrogeológico foi estudada por PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) e ERHSA (2001).

Quadro 2.2.34 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	2 711,3
Centróide (M; P) (ETRS89)	384,4113614; -142191,9922
Distritos abrangidos	Beja, Évora, Setúbal
Concelhos abrangidos	Alcácer do Sal, Alvito, Arraiolos, Beja, Cuba, Évora, Ferreira do Alentejo, Grândola, Montemor-o-Novo, Portel, Vendas Novas, Viana do Alentejo, Vidigueira
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 446, 447, 448, 449, 456, 457, 458, 459, 460, 467, 468, 469, 470, 471, 477, 478, 479, 480, 481, 486, 487, 488, 489, 490, 497, 498, 499, 508, 509, 510, 519, 520, 521
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 35D, 36C, 39A, 39B, 39D, 40A, 40C, 40D, 42B, 42D, 43A, 43C
Unidades aquíferas principais	Gnaisses e granitos

Quadro 2.2.35 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	198
Distritos abrangidos	Évora
Concelhos abrangidos	Évora, Montemor-o-Novo, Vendas Novas
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 435, 446, 447, 457, 458, 459
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 35D, 39B, 40A
Unidades aquíferas principais	Formação do Escoural

Quadro 2.2.36 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Cuba-São Cristóvão)</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	386,7
Distritos abrangidos	Beja, Évora
Concelhos abrangidos	Alvito, Cuba, Évora, Montemor-o-Novo, Viana do Alentejo, Vidigueira
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 457, 458, 469, 470, 479, 488, 489, 498, 499, 510
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 35D, 36C, 39A, 39B, 39D, 40A, 40C, 40D, 42B, 42D, 43A, 43C
Unidades aquíferas principais	Formação do Escoural

Quadro 2.2.37 – Características gerais para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	17,9
Distritos abrangidos	Évora
Concelhos abrangidos	Portel
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 490
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 40D
Unidades aquíferas principais	Calcários e dolomitos

#### 2.2.4.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área de drenagem da massa de água Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (2.802,4 km<sup>2</sup>) é superior à área da mesma massa de água (2.711,3 km<sup>2</sup>). A área em análise apresenta no extremo nordeste relevos de maior altitude como a Serra do Portel e a área planáltica de Évora atingindo-se as menores cotas a Sudoeste onde se localiza a bacia sedimentar.

Em termos de cobertura litológica, a área em análise compreende quatro sectores principais: 1) zona da peneplanície da região de Évora onde dominam migmatitos heterogéneos; 2) zona da serra do Portel onde aflora essencialmente a formação dos Xistos de Moura; 3) zona central da área de drenagem onde existe uma faixa de pórfiros que inclui tufos vulcânicos e que se estende na direcção Noroeste-Sudeste; 4) zona sudoeste onde ocorrem depósitos detríticos miocénicos (Formação do Guizo).

Seguidamente apresenta-se uma pequena síntese acerca dos principais estratos que cobrem a área de drenagem:

- **Formação Xistos de Moura (Ordovício superior - Devónico)** – micaxistos luzentes e grafíticos ricos em quartzo (negros e acinzentados), associados a grauvaques e liditos mais ou menos metamorfizados.
- **Migmatitos heterogéneos (Idade Hercínica)** – constituem o maciço cristalino de Évora que é constituído por rochas granitóides, sintectónicas, que compreendem gnaisses e migmatitos com texturas muito variadas.
- **Pórfiros da Região de Beja (Idade Hercínica)** – rochas subintrusivas e extrusivas ácidas; tratam-se essencialmente de pórfiros de composição, habitualmente, riolítica. Afloram também rochas piroclásticas, que compreendem tufos e aglomerados vulcânicos.
- **Formação do Guizo (Miocénico)** – formação constituída por um conjunto de depósitos do tipo conglomerático mais ou menos cimentado por material carbonatado (predominantes na base da formação). A estes depósitos segue-se uma sucessão de arcoses (mais ou menos grosseiras) compactas com seixos e depósitos ferruginosos, areias por vezes arcósicas e mal calibradas, conglomerados (finos a grosseiros por vezes carbonatados), areias argilosas, argilitos e argilas e níveis calcários grosseiros.

As quatro famílias de solos mais abundantes perfazem 37% da cobertura da área de drenagem. A família mais frequente corresponde aos **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Para-Barros (Pm)** que estão associados aos afloramentos de dioritos, gabros e rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins existentes na zona central e sul da área de drenagem. Os **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais**

**Não Calcários, Para-Solos Hidromórficos, de arenitos ou conglomerados argilosos ou argilas (Pag)** estão associados como o nome indica às zonas da bacia sedimentar na zona sudoeste da área de drenagem. A terceira família mais importante é a dos **Solos Litólicos, Não Húmicos Pouco Insaturados, Normais (Pg)** que se encontram na zona nordeste associados a granitos, tonalitos gnáissicos e quartzdioritos. Finalmente, os **Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados, Normais (Ppg)** encontram-se na zona central da área em análise, associados aos pórfiros.

As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado são as seguintes: Ribeira Xarrama (10%); Ribeira de São Cristóvão (6%); Ribeira de Odivelas (6%); Albufeira Alvito (5%).

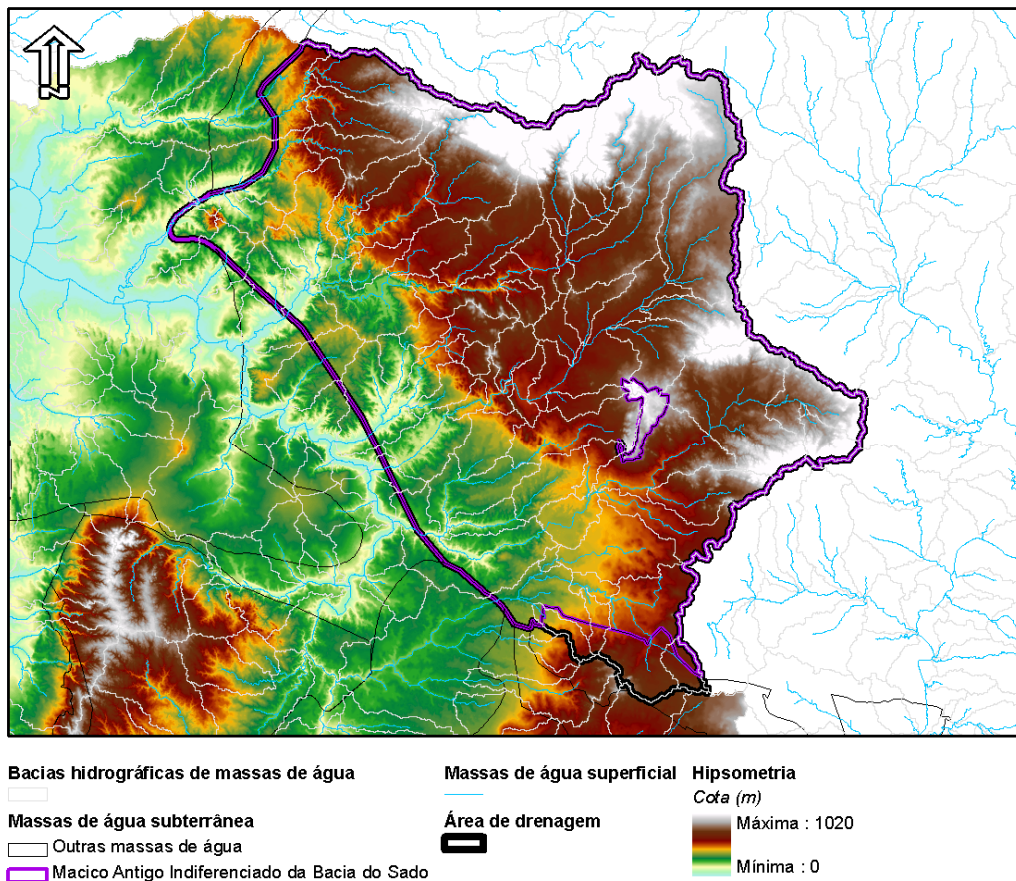


Figura 2.2.10 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.38 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	2 802,4
Geologia	Pórfiros da região de Beja, incluindo tufo vulcânicos (13%); Migmatitos heterogéneos (9%); Formação de Vale do guizo: conglomerados, areias, arcoses, pelitos e calcários (9%); Formação Xistos de Moura: filitos e micaxistos ricos em Qz, metapsamitos e Qz-pelitos; anfibolitos (9 %)
Solos	Pm (11%); Pag (9%); Pg (9%); Ppg (8%)
Massas de água superficial	Rio Xarrama; Ribeira de São Cristóvão; Ribeira de Odivelas; Albufeira Alvito

### 2.2.4.3. Características hidroquímicas

A caracterização hidroquímica da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado é feita:

- para a totalidade da massa de água subterrânea
- para a massa de água subterrânea sem considerar os aquíferos mais produtivos
- para cada um dos aquíferos mais produtivos que se individualizam no seu interior (incluindo aqueles que são partilhados com a RH7)

A. Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (totalidade da massa de água subterrânea - com aquíferos produtivos)

Para a caracterização desta massa de água subterrânea foram utilizados dados de 1 186 pontos de água, 898 com dados de CE e 282 com dados dos iões principais, que permitiram a classificação hidroquímica da sua fácies.

Nestes gráficos estão representados os dados totais da massa de água subterrânea, ou seja, estão incluídos todos os aquíferos entretanto identificados, total ou parcialmente, dentro da massa de água subterrânea na RH6 (Évora, Montemor-o-Novo, Escoural, Cuba-S. Cristóvão e Portel).

O diagrama de Piper (Figura II.1.17 no Anexo II.1) mostra que são águas fundamentalmente bicarbonatadas mistas, mas com forte componente cloretada-sódica. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.18 no Anexo II.1), que os percentis 95 do cloreto e do sódio ultrapassam ambos os 10 mmol/l. A mediana mais elevada é claramente a do bicarbonato. Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.19 no Anexo II.1), verifica-se que a classe 500-1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é a mais representada, mas que a classe 0-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é também dominante. A mediana, para a totalidade da amostragem, é de 635  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.20 no Anexo II.1) mostra que a maior concentração de valores se situa nas classes C1S1, C2S1 e C3S1, com alguns pontos mais isolados nas classes C4S1, C3S2, C4S2, C4S3 e C3S4. Há portanto fundamentalmente amostras com risco de alcalinização baixo, embora alguns pontos atinjam risco muito elevado, quando aplicadas na rega. Quanto ao risco de salinização, vai do baixo a elevado, com mais de uma dezena de amostras com risco de salinização muito elevado.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por dez pontos, nos quais foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal, sulfato, bicarbonato, cloreto, cálcio, magnésio, sódio, potássio, manganês, ferro dissolvido, cobre e zinco, entre 2000 e 2008.

Analisando os resultados estatísticos do Quadro 2.2.39 pode constatar-se que:

- 88% das águas monitorizadas apresentam concentrações de nitrato abaixo de 50 mg/l (VMA), os restantes 12% excedem aquele valor, atingindo o máximo de 137,5 mg/l no furo 459/8 em Valverde. Dos 88% atrás referidos, 72% estão abaixo dos 25 mg/l (VMR). O valor médio desta amostra é de 21,75 mg/l e o mediano de 13,0 mg/l, o que mostra uma grande dispersividade entre os valores medidos;
- os valores do bicarbonato para as águas amostradas apresentam-se relativamente elevados, atingindo no furo 459/8, o máximo de 2884,0 mg/l, sendo o valor médio de 377,89 mg/l e o mediano de 229,0 mg/l. Pode-se ainda constatar que 39% dos valores deste elemento são superiores a 250 mg/l;
- os pontos de água amostrados apresentam concentrações de ferro dissolvido elevadas, em 17% dos casos os valores são superiores a 0,3 mg/l (VMA) e 25% superiores ao VMR (0,1 mg/l), observando-se que o valor mais elevado é de 4,64 mg/l, correspondente ao furo 449/43 na Quinta do Namorado, enquanto a média é 0,33 mg/l e a mediana 0,1 mg/l;

- das análises realizadas, 13% possuem concentrações de cobre superiores a 0,05 mg/l (VMA) e 5% superiores a 0,02 mg/l (VMR). O teor máximo (0,11 mg/l) determinado ocorreu no furo 459/8, sendo o teor médio de 0,02 mg/l e o mediano 0,003 mg/l;
- relativamente aos restantes cationes e anions pode constatar-se que existe um intervalo de concentrações relativamente extenso, que tem origem nas mineralizações resultantes das diferentes formações captadas ou da existência de algum caso de poluição pontual.

Quadro 2.2.39 – Dados estatísticos dos elementos físico-químicos para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Parâmetro	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
pH	7,27	7,30	6,36	8,23	0,39
Temperatura (°C)	19,08	19,00	13,00	25,60	2,30
Condutividade (µS/cm)	734,74	720,00	323,00	1228,00	214,23
Nitrato (mg/l)	21,75	13,00	0,02	137,50	28,36
Azoto amoniacal (mg/l)	0,03	0,02	0,001	0,16	0,02
Sulfato (mg/l)	56,29	41,00	14,00	226,00	32,98
Bicarbonato (mg/l)	377,89	229,00	134,00	2884,00	629,38
Cloreto (mg/l)	101,98	75,50	16,00	428,00	69,06
Cálcio (mg/l)	62,90	53,88	19,50	128,75	23,95
Magnésio (mg/l)	33,75	32,10	15,11	51,00	9,86
Sódio (mg/l)	54,74	50,00	28,87	122,25	22,78
Potássio (mg/l)	3,62	3,01	0,27	14,97	3,00
Manganês (mg/l)	0,02	0,01	0,001	0,15	0,04
Ferro dissolvido (mg/l)	0,33	0,10	0,003	4,64	0,82
Cobre (mg/l)	0,02	0,003	0,001	0,11	0,03
Zinco (mg/l)	0,04	0,001	0,001	0,39	0,10

Tendo em conta a última campanha realizada (Maio de 2009) para esta massa de água subterrânea verifica-se que se mantêm as tendências observadas nos anos anteriores, em que os nitratos e o manganês apresentam valores superiores ao VMA, enquanto o azoto amoniacal, cobre e condutividade mostram valores superiores ao VMR.

Considerando os resultados da monitorização apresenta-se seguidamente a categoria em que se insere a qualidade da água captada na massa de água subterrânea, incluindo, sempre que justificável, o(s) parâmetro(s) responsáveis pelos problemas de qualidade detectados.



A avaliação de conformidade, em função dos VMA e dos VMR, será efectuada utilizando separadamente os critérios que constam, respectivamente, nas alíneas a) e b) do n.º 3 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. A avaliação será feita parâmetro a parâmetro e prevalecerá a do parâmetro mais desfavorável.

Quadro 2.2.40 – Qualidade da água extraída em captações subterrâneas na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Qualidade da água subterrânea				
Captação	Categoria			Parâmetros responsáveis pela categoria
	A1	A2	A3	
449/43	Red	Red	Red	nitrato, ferro dissolvido
457/43	Red	Red	Red	temperatura, cobre (A1)
458/47	Red	Yellow	Yellow	ferro dissolvido, cobre (A1 e A2), manganês (A1 e A2), cloreto (A2 e A3)
458/78	Red	Yellow	Yellow	cobre (A1 e A2), sulfatos (A2 e A3), temperatura (A2 e A3)
459/8	Red	Red	Red	nitratos, cobre (A1), coliformes totais (A1)
459/51	Yellow	Green	Green	azoto amoniacal, coliformes totais, coliformes e estreptococos fecais, ferro dissolvido
470/62	Yellow	Yellow	Yellow	nitratos
471/75	Red	Red	Red	temperatura, cobre (A1)
488/91	Yellow	Green	Green	ferro dissolvido

A qualidade da água desta massa de água classifica-se como superior a A3 para a maioria dos pontos monitorizados. Os parâmetros que justificam esta classificação são os nitratos e a temperatura. Os parâmetros cobre, coliformes totais e manganês, não cumprem em muitos casos o designado para a classe A1.

Para as zonas protegidas que são massas de águas subterrâneas onde existem captações de água destinada à produção de água para consumo humano, será indicado se as características de qualidade da água correspondem às da categoria A1, utilizando para cada zona os anos com dados. Se as características de qualidade da água não corresponderem às da categoria A1 serão indicados os parâmetros responsáveis. A classificação será efectuada separadamente, em relação aos valores máximos admissíveis (VMA) e aos valores máximos recomendados (VMR).

Quadro 2.2.41 – Qualidade da água extraída para consumo humano na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Qualidade da água subterrânea			
Captação 459/51	AI		Parâmetros responsáveis pela categoria
	VMR	VMA	
2000			
2001			coliformes totais, estreptococos fecais, ferro dissolvido
2002			coliformes fecais e totais, estreptococos fecais
2003			
2004			
2005			
2006			azoto amoniacal
2007			
2008			
2009			azoto amoniacal
Captação 488/91	VMR	VMA	Parâmetros responsáveis pela categoria
2000			
2001			ferro dissolvido
2002			
2003			
2004			
2005			ferro dissolvido
2006			
2007			
2008			
2009			

Como se pode constatar da observação do quadro anterior, as captações destinadas à produção de água para consumo humano, não apresentavam problemas de qualidade, no entanto o teor de azoto amoniacal e ferro dissolvido é ligeiramente excedido em alguns anos.

#### **Estratificação hidroquímica vertical**

Os gráficos apresentados representam os dados totais da massa de água, ou seja, estão aqui incluídos todos os aquíferos entretanto identificados, total ou parcialmente, dentro da massa de água na RH6 (Montemor-o-Novo, Escoural, Évora, Cuba-São Cristóvão e Portel). O número global de pontos de água

inventariados foi de 1 186, contando com 898 dados de CE e 280 dados completos de iões principais (ver Quadro 2.2.42).

Como se pode observar no diagrama de Piper (Figura II.2.6 no Anexo II.2), trata-se de águas com medianas dentro das bicarbonatadas-mistas (Ca-Mg-Na), mas com forte componente cloretada-sódica. Não há uma tendência nítida para uma diferença entre as águas captadas mais superficialmente em relação às águas captadas mais profundamente, o que se pode também observar no diagrama de Piper que sintetiza as duas medianas (Figura II.2.7 no Anexo II.2) das águas recolhidas em captações mais superficiais e em captações mais profundas. No entanto, há uma clara diferença na mediana dos valores de CE, como se pode observar no Quadro 2.2.42, com valores medianos mais elevados nas águas de circulação mais profunda (600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as mais superficiais contra 914,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as mais profundas).

O gráfico profundidade versus CE (Figura II.2.8 no Anexo II.2) mostra que, apesar de existir uma tendência para uma maior mineralização nas águas de circulação mais profunda, essa tendência não é evolutiva com a profundidade, podendo surgir valores mais ou menos elevados a profundidades cada vez maiores.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.9 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, mas com uma clara tendência para águas captadas em zonas mais superficiais se encontrarem na parte inicial do gráfico e para águas captadas em zonas mais profundas se concentrarem na parte final do gráfico, revelando maior número de amostras com valores mais elevados de mineralização em águas captadas a maior profundidade.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água apresenta tendência para uma estratificação química das suas águas, com fácies idênticas, mas com as águas mais profundas com valores de mineralização total claramente superiores aos das águas captadas mais superficialmente.

Quadro 2.2.42 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	$\mu\text{S}/\text{cm}$	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	738	600,0	184	203,7	55,0	28,0	41,7	44,0	1,60	24,3	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na
Prof	160	914,5	96	269,6	95,5	43,0	58,3	61,0	2,06	35,3	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na

## B. Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (sem aquíferos produtivos)

Para a caracterização deste sector da massa de água subterrânea foram utilizados dados de 721 pontos de água, 565 com dados de CE e 181 com dados dos iões principais, que permitiram a classificação hidroquímica da sua fácies.

Nestes gráficos estão representados os dados parciais da massa de água subterrânea, ou seja, estão excluídos os dados de todos os aquíferos entretanto identificados, total ou parcialmente, dentro da massa de água subterrânea na RH6 (Évora, Montemor-o-Novo, Escoural, Cuba-São Cristóvão e Portel).

O diagrama de Piper (Figura II.1.21 no Anexo II.1) mostra que são águas fundamentalmente bicarbonatadas mistas, mas com forte componente cloretada-sódica. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.22 no Anexo II.1), que os percentis 95 do cloreto e do sódio ultrapassam ambos os 10 mmol/l. A mediana mais elevada é claramente a do bicarbonato. Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.23 no Anexo II.1), verifica-se que a classe 0-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é a mais representada, mas que a classe 500-1 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é também dominante. A mediana, para a totalidade da amostragem, é de 708  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.24 no Anexo II.1) mostra que a maior concentração de valores se situa nas classes C1S1, C2S1 e C3S1, com alguns pontos mais isolados nas classes C4S1, C3S2, C4S2, C4S3 e C3S4. Há portanto fundamentalmente amostras com risco de alcalinização baixo, embora alguns pontos atinjam risco muito elevado, quando aplicadas na rega. Quanto ao risco de salinização, vai de baixo a elevado, com mais de uma dezena de amostras com risco de salinização muito elevado.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

Os gráficos apresentados representam os dados parciais da massa de água, ou seja, estão excluídos os dados de todos os aquíferos entretanto identificados, total ou parcialmente, dentro da massa de água na RH6 (Montemor-o-Novo, Escoural, Évora, Cuba-São Cristóvão e Portel). O número global de pontos de água inventariados foi de 721, contando com 565 dados de CE e 181 dados completos de iões principais (ver Quadro 2.2.43).

Como se pode observar no diagrama de Piper (Figura II.2.10 no Anexo II.2), trata-se de águas com mediana dentro das bicarbonatadas-mistas (Na-Ca-Mg), mas com forte componente cloretada-sódica. Não há uma tendência nítida para uma diferença entre as águas captadas mais superficialmente em relação às águas captadas mais profundamente, o que se pode também observar no diagrama de Piper que sintetiza as duas medianas (Figura II.2.11 no Anexo II.2) das águas recolhidas em captações mais superficiais e em captações mais profundas. No entanto, há uma clara diferença na mediana dos valores de CE, como se

pode observar no Quadro 2.2.43, com valores medianos mais elevados nas águas de circulação mais profunda (615  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as mais superficiais contra 1.008,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as mais profundas).

O gráfico profundidade versus CE (Figura II.2.12 no Anexo II.2) mostra que, apesar de existir uma tendência para uma maior mineralização nas águas de circulação mais profunda, essa tendência não é evolutiva com a profundidade, podendo surgir valores mais ou menos elevados a profundidades cada vez maiores.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.13 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, mas com uma clara tendência para águas captadas em zonas mais superficiais se encontrarem na parte inicial do gráfico e para águas captadas em zonas mais profundas se concentrarem na parte final do gráfico, revelando maior número de amostras com valores mais elevados de mineralização em águas captadas a maior profundidade.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água apresenta tendência para uma estratificação química das suas águas, com fácies idênticas, mas com as águas mais profundas com valores de mineralização total claramente superiores aos das águas captadas mais superficialmente.

Quadro 2.2.43 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	$\mu\text{S}/\text{cm}$	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	477	615,0	125	185,3	61,8	28,5	40,9	49,8	1,48	24,8	HCO <sub>3</sub> -Na-Ca-Mg
Prof	88	1008,5	56	292,7	131,0	41,9	69,6	81,6	2,04	36,4	HCO <sub>3</sub> -Na-Ca-Mg

### C. Aquífero de Montemor-o-Novo (parcial)

Da área total deste aquífero (373 km<sup>2</sup>), 104 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH5. Para a caracterização deste aquífero foram utilizados 128 pontos de inventário, 109 deles com dados de CE e 32 com dados dos iões principais, os quais permitiram a caracterização hidroquímica das suas águas. Neste caso, e porque este aquífero se prolonga para a RH5, apenas se usaram os dados hidroquímicos identificados dentro da RH6.

O diagrama de Piper (Figura II.1.25 no Anexo II.1) mostra que estas águas têm fundamentalmente uma fácies hidroquímica bicarbonatada-mista. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.26 no Anexo II.1) mostram que as águas têm uma mineralização relativamente baixa, o que é comprovado pelo histograma

dos valores de CE (Figura II.1.27 no Anexo II.1), cuja classe mais representativa é a dos 250-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com a mediana nos 335  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.28 no Anexo II.1) mostra que as amostras se distribuem de um modo bastante uniforme entre as classes C1S1 e C3S1, com a maior parte dos valores situados na classe C2S1. O risco de alcalinização é baixo para todas elas e o risco de salinização vai de baixo a alto, com a maior parte dos valores apresentando um risco de salinização médio.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

Para a caracterização deste aquífero foram utilizados 128 pontos de inventário, 109 deles com dados de CE e 32 com dados dos iões principais (ver Quadro 2.2.44). Neste caso, e porque este aquífero se prolonga para a RH5, apenas se usaram os dados hidroquímicos identificados dentro da RH6. Apesar de apenas existirem 8 pontos com valores que permitem a classificação da mediana da fácies das águas captadas mais profundamente neste aquífero, decidiu-se, porque existem outros dados mais robustos associados (CE), caracterizar este aquífero do ponto de vista da estratificação das suas águas.

O diagrama de Piper (Figura II.2.14 no Anexo II.2) mostra que as águas captadas são fundamentalmente bicarbonatadas-mistas (Ca-Mg-Na), quer as captadas mais superficialmente, quer as captadas a maior profundidade. Não há portanto uma alteração significativa nas fácies das águas subterrâneas de ambos os conjuntos de amostras, embora exista uma clara diferença a nível do conteúdo em cloretos, com as águas mais profundas a apresentarem valores medianos mais elevados a nível deste anião, o que é bem visível no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.15 no Anexo II.2) para as águas recolhidas em captações menos profundas e em captações mais profundas. No que respeita aos dados de CE, os valores medianos para as duas populações amostradas mostram um grau de mineralização extremamente acentuado para as águas mais profundas (próximo do dobro) quando comparadas com as águas mais superficiais (ver Quadro 2.2.44). Os valores são respectivamente 325  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para as amostras de água mais superficiais e mais profundas.

O perfil de profundidades versus CE (Figura II.2.16 no Anexo II.2) apresenta poucos dados a nível das águas mais profundas, pelo que não poderá ser muito conclusivo, mas o que se observa parece ser alguma tendência para maiores graus de mineralização à medida que as captações se tornam mais profundas.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.17 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, embora se note que os valores mais elevados apresentam mais dados de águas mais

profundas em relação às mais superficiais, que se registam prioritariamente na parte inicial do gráfico, ou seja, para valores inferiores de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que este aquífero apresenta uma forte tendência para uma estratificação no que diz respeito principalmente ao seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados. Ambos os conjuntos de amostras registam a mediana das fácies dentro da classe bicarbonatada-mista (Ca-Mg-Na).

Quadro 2.2.44 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Montemor-o-Novo)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	96	325,0	24	164,6	32,0	19,0	27,1	26,8	1,60	15,4	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na
Prof	13	639,0	8	165,1	56,7	35,9	44,5	36,1	1,42	19,7	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na

#### D. Aquífero do Escoural (parcial)

Da área total deste aquífero (198 km<sup>2</sup>), 189 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH5. Para a caracterização deste aquífero foram utilizados 137 pontos de inventário, 91 deles com dados de CE e 19 com dados dos iões principais, os quais permitiram a caracterização hidroquímica das suas águas.

O diagrama de Piper (Figura II.1.29 no Anexo II.1) mostra uma distribuição, na área dos aniões, com alguma dispersividade entre o bicarbonato e o cloreto e uma tendência mista na área dos catiões. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.30 no Anexo II.1) mostram que os valores superiores do percentil 95 estão associados ao parâmetro cloreto e esse valor é inferior a 6 mmol/l. Uma característica deste aquífero é a grande dispersão dos valores de cloreto e de sulfato entre os 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> quartis, em contraste com a reduzida dispersão de valores entre os mesmos quartis para o bicarbonato. Mas os valores medianos mais elevados correspondem ao bicarbonato (226 mg/L).

O histograma dos valores de CE (Figura II.1.31 no Anexo II.1) mostra que as classes 500-750 e 250-500 µS/cm são as mais representadas, com a mediana dos valores a ser de 566,5 µS/cm, considerada uma classe de mineralização baixa para as águas subterrâneas do Alentejo.

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.32 no Anexo II.1) mostra que as amostras se distribuem entre as classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, com risco de alcalinização baixo e risco de salinização médio a alto, quando usadas para rega.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

Para a caracterização deste aquífero foram utilizados 137 pontos de inventário, 94 deles com dados de CE e 19 com dados dos iões principais (ver Quadro 2.2.45). Neste caso, e porque este aquífero se prolonga para a RH5, apenas se usaram os dados hidroquímicos identificados dentro da RH6. Apesar de apenas existirem 8 pontos com valores que permitem a classificação da mediana da fácies das águas captadas mais superficialmente neste aquífero, decidiu-se, porque existem outros dados mais robustos associados (CE), caracterizar este aquífero do ponto de vista da estratificação das suas águas.

O diagrama de Piper (Figura II.2.18 no Anexo II.2) mostra que as águas das captações mais superficiais são fundamentalmente bicarbonatadas-magnesiano-cálcicas, e que as provenientes de captações mais profundas têm idêntica tipologia, mas com um pequeno incremento de sódio (bicarbonatadas-mistas, com sequência catiónica Mg-Ca-Na).

A nível dos aniões, há alguma dispersividade entre a fácies bicarbonatada e cloretada. Não há portanto uma alteração significativa nas fácies das águas subterrâneas de ambos os conjuntos de amostras, o que é bem visível no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.19 no Anexo II.2) para as águas recolhidas em captações menos profundas e em captações mais profundas, cujo principal destaque vai para o aumento mediano das concentrações relativas de cloreto nas águas mais profundas, que no entanto não é suficiente para alterar a fácies da mediana das águas.

No que respeita aos dados de CE, os valores medianos para as duas populações amostradas mostram um grau de mineralização mais acentuado para as águas mais profundas quando comparadas com as águas mais superficiais (ver Quadro 2.2.45). Os valores são respectivamente 522,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 681,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para as amostras de água mais superficiais e mais profundas.

O perfil de profundidades versus CE (Figura II.2.20 no Anexo II.2) apresenta poucos dados a nível das águas mais profundas, pelo que não é conclusivo. Mas consegue observar-se nesse perfil que as nascentes (profundidade 0) apresentam uma grande gama de variação de valores de CE (entre os 125 e os 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.21 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, embora se note que os valores mais elevados apresentam mais dados de águas mais profundas em relação às mais superficiais, que se registam prioritariamente na parte inicial do gráfico, ou seja, para valores inferiores de CE.



Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que este aquífero apresenta alguma tendência para uma estratificação no que diz respeito principalmente ao seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados. Ambos os conjuntos de amostras registam a mediana das fácies dentro da classe bicarbonatada-magnesiânica-cálcica, com as águas mais profundas a juntarem o sódio a essa composição (Ca-Mg-Na).

Quadro 2.2.45 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
Sup	72	522,5	8	236,7	39,7	33,5	39,3	33,8	2,45	33,2	HCO <sub>3</sub> -Mg-Ca
Prof	22	681,5	11	220,5	84,0	45,0	48,0	51,0	2,03	34,8	HCO <sub>3</sub> -Mg-Ca-Na

#### E. Aquífero de Évora (parcial)

Da área total deste aquífero (254 km<sup>2</sup>), 48 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH7. O número de pontos inventariados para este aquífero foi de 155, com 133 dados relativos à CE e 55 dados correspondentes aos iões principais, os quais permitiram a caracterização hidroquímica das suas águas. Este aquífero é partilhado pelas RH6 e RH7. Os valores aqui considerados foram os da globalidade de aquífero. Na RH6 estão representados 27 dos 155 pontos inventariados.

No diagrama de Piper (Figura II.1.33 no Anexo II.1) pode observar-se que as águas são fundamentalmente bicarbonatadas mistas, embora algumas tenham características mais cloretadas. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.34 no Anexo II.1) mostram que os valores mais elevados correspondem ao bicarbonato e que os valores de sulfato apresentam pouca expressão. Os percentis 95 estão sempre abaixo de 8 mmol/l e os mais elevados correspondem ao bicarbonato e ao cálcio. A mediana mais elevada é claramente a do ião bicarbonato. Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.35 no Anexo II.1), mostra 3 classes dominantes, entre os 500 e os 1 250 µS/cm, para um valor mediano de 850 µS/cm.

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.36 no Anexo II.1) mostra uma dispersão dos dados pelas classes C2S1 e C3S1, com uma das amostras na classe C4S1, valores que correspondem a um risco de alcalinização baixo e a um risco de salinização médio a alto, com uma das amostras na classe do muito alto, na utilização das águas deste aquífero para rega.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados para este aquífero, na sua totalidade, foi de 155. Para a análise da possível estratificação das águas subterrâneas em relação a este aquífero, foram utilizados 141 pontos com dados relativos à CE e 55 dados correspondentes aos iões principais (ver tabela abaixo). Os valores aqui considerados foram os da globalidade de aquífero. Na RH6 estão representados 27 dos 155 pontos inventariados.

No diagrama de Piper (Figura II.2.22 no Anexo II.2) pode observar-se que as águas são fundamentalmente bicarbonatadas mistas, embora algumas tenham características mais cloretadas. Nota-se alguma tendência para águas mais profundas um pouco mais magnesianas e menos sódicas, o que é também traduzido no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.23 no Anexo II.2) das águas mais superficiais e mais profundas. No entanto, essa diferença é relativamente reduzida, com as variações a ocorrerem dentro de uma gama muito limitada de valores. Quanto aos valores de CE, o Quadro 2.2.46 mostra que as diferenças entre as medianas para as amostras de águas mais superficiais (851,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e mais profundas (900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), são reduzidas, com uma tendência para um acréscimo pouco significativo em profundidade.

O perfil de profundidades versus CE (Figura II.2.24 no Anexo II.2) não mostra no entanto uma tendência generalizada para uma maior mineralização em função de profundidade, apresentando uma grande variabilidade nos valores de CE com a maior profundidade das captações.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.25 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, não havendo claramente uma tendência visível nessa distribuição. A presença de dois valores de CE acima dos 2 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  neste gráfico, e que não são visíveis no gráfico de profundidade versus CE deve-se ao facto de, para esses pontos, não se dispor dos valores de profundidade, mas apenas da referência de que se trata de dois furos.

Por esta análise conclui-se que este aquífero apresenta uma ligeira tendência para uma estratificação, dentro da fácies bicarbonatada mista, com tendência mais sódica nas águas mais superficiais e tendência mais cálcica nas águas mais profundas (ver Quadro 2.2.46), com um ligeiro acréscimo da mineralização total nas águas mais profundas.

Quadro 2.2.46 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Évora)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	110	851,5	34	282,5	78,7	40,2	61,0	72,6	3,39	32,9	HCO <sub>3</sub> -Na-Ca-Mg
Prof	31	900,0	21	296,3	99,0	55,0	72,5	62,1	3,44	43,0	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na

#### F. Aquífero de Cuba-São Cristóvão (parcial)

Da área total deste aquífero (386,7 km<sup>2</sup>), 372,4 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH7. O número de pontos utilizado para a caracterização deste aquífero, inserido na massa de água subterrânea do Maciço Antigo – Indiferenciado da Bacia do Sado (A01RH6), foi de 179, com 120 pontos contendo dados de CE e 37 pontos com dados hidroquímicas dos iões principais, que permitiram a caracterização da fácies das suas águas subterrâneas.

No diagrama de Piper (Figura II.1.37 no Anexo II.1) observa-se que a distribuição das águas se faz pelas fácies bicarbonatadas-mistas, com ligeira prevalência dos catiões cálcio sobre o sódio e o magnésio (Ca-Na-Mg). Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.38 no Anexo II.1) mostram que os valores do percentil 95 mais elevados se registam para o cálcio, e não ultrapassam os 8 mmol/l. As medianas mais elevadas correspondem aos iões bicarbonato e cálcio.

Este aquífero apresenta um grau de mineralização médio para os valores normais no Alentejo, com uma mediana de CE de 779,5 µS/cm e o maior número de pontos dentro da classe de valores 500-750 µS/cm, como se pode observar na distribuição do histograma de valores de CE (Figura II.1.39 no Anexo II.1).

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.40 no Anexo II.1) mostra que as amostras de água se distribuem dentro das classes C1S1 a C3S1, sendo prevaletentes as classes C2S1 e C3S1, que correspondem a um risco de alcalinização baixo e a um risco de salinização médio a alto.

#### Estratificação hidroquímica vertical

O número de pontos inventariados para este aquífero, na sua totalidade, foi de 179. Para a análise da possível estratificação das águas subterrâneas em relação a este aquífero, foram utilizados 120 pontos com dados relativos à CE e 37 dados correspondentes aos iões principais (ver tabela abaixo). Os valores aqui considerados foram os da globalidade de aquífero.

No diagrama de Piper (Figura II.2.26 no Anexo II.2) pode observar-se que as águas são fundamentalmente bicarbonatadas mistas, com ligeiro ascendente do cálcio sobre o sódio e o magnésio no que respeita aos

catiões. Não existindo uma diferença de fácies hidroquímicas entre as águas captadas mais superficialmente e as captadas a maior profundidade, como se pode ver no Quadro 2.2.47, existe no entanto uma diferença significativa a nível da sua mineralização total, como atestam os níveis das medianas de CE de ambos os grupos (704  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as águas mais superficiais e 1.033,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as águas mais profundas). A nível dos aniões nota-se que as águas mais profundas são relativamente menos bicarbonatadas que as águas mais superficiais, o que é identificado no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.27 no Anexo II.2) das águas mais superficiais e mais profundas.

O perfil de profundidades versus CE (Figura II.2.28 no Anexo II.2) mostra claramente a tendência mediana para uma maior mineralização em profundidade, mas observa-se uma grande variabilidade nos valores de CE em função do aumento da profundidade, não se registando uma tendência clara de aumento sequencial em profundidade.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.29 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, mas com uma clara distribuição dos valores referentes às águas mais superficiais na primeira parte do gráfico e dos valores referentes às águas captadas mais profundamente na parte final do gráfico.

Por esta análise conclui-se que este aquífero apresenta uma clara tendência para uma estratificação, sempre dentro da fácies bicarbonatada mista, mas com uma mineralização significativamente mais acentuada das águas mais profundas em relação às águas mais superficiais.

Quadro 2.2.47 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	$\mu\text{S}/\text{cm}$	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	88	704,0	21	227,0	45,0	29,0	49,3	44,0	1,68	24,3	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na
Prof	32	1033,5	16	293,2	80,5	45,0	72,2	62,6	1,86	38,0	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Na

#### G. Aquífero de Portel (parcial)

Da área total deste aquífero (17,8 km<sup>2</sup>), 11,5 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH7. Para o estudo hidroquímico do aquífero de Portel foram utilizados dados de 21 captações, com 20 dados de CE e 19 valores dos iões principais, que permitiram a definição da fácies hidroquímica das suas águas.

O diagrama de Piper (Figura II.1.41 no Anexo II.1) mostra que estas amostras de água são fundamentalmente bicarbonatadas-calco-magnesianas, embora uma delas seja claramente sulfatada. Nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.42 no Anexo II.1) observa-se que a mediana mais elevada corresponde ao anião bicarbonato, seguida dos catiões cálcio e magnésio. No histograma dos valores de CE (Figura II.1.43 no Anexo II.1) observa-se que as classes mais representativas correspondem aos valores 750-900 e 900-1.050  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com a mediana situada nos 858,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.44 no Anexo II.1) mostra que, no que respeita à utilização destas águas para rega, todas as amostras se situam nas classes C2S1 e C3S1, correspondentes a um risco de alcalinização baixo e a um risco de salinização médio a alto.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados para este aquífero, na sua totalidade, foi de 21 captações, um número reduzido para se poder fazer uma análise correcta da possibilidade de estratificação química das suas águas subterrâneas. Para este caso, apresentam-se apenas os dados que se puderam apurar, não se considerando estes representativos para poder fazer a análise sobre essa temática, uma vez que apenas se possuíam 8 valores para as águas captadas mais superficialmente e 4 para as águas captadas mais profundamente.

O diagrama de Piper (Figura II.2.30 no Anexo II.2) mostra que as amostras de água são fundamentalmente bicarbonatadas-calco-magnesianas para ambas as situações (águas mais superficiais-águas mais profundas), embora uma delas seja claramente sulfatada. O diagrama das medianas (Figura II.2.31 no Anexo II.2) mostra também uma grande uniformidade dos valores para ambas as situações. O grau de mineralização também é aproximado, no entanto com valores mais elevados para as águas mais profundas.

Não foi possível, por falta de dados, realizar o perfil de profundidades versus CE.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.32 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, sem uma tendência nítida.

Por esta análise, e devido à escassez de dados, não se pode concluir pela estratificação química ou não das águas deste aquífero.

Quadro 2.2.48 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	μS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	8	800,5	8	321,0	32,9	27,9	75,6	21,5	1,42	40,5	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg
Prof	4	886,5	4	409,5	49,5	37,1	89,0	33,9	2,36	46,4	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg

#### H. Gabros de Beja (A9) (parcial)

Da área total deste aquífero (347,4 km<sup>2</sup>), 153 km<sup>2</sup> encontram-se na RH6, sendo partilhado com a RH7. O número de pontos considerado para este estudo foi de 379, com 140 dados de CE e 84 dados dos iões principais que permitiram a classificação hidroquímica das suas águas subterrâneas.

Observa-se, no diagrama de Piper (Figura II.1.45 no Anexo II.1), uma tendência clara para fácies bicarbonatada-calco-magnésiana. Os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.46 no Anexo II.1) mostram que os valores mais elevados das medianas se registam para os iões bicarbonato, cálcio e magnésio.

O histograma dos valores de CE (Figura II.1.47 no Anexo II.1) mostra que a maior parte dos valores se distribui pela classe 500-750 μS/cm, com a mediana nos 741,5 μS/cm. Verifica-se, no mesmo gráfico, que não há valores de CE inferiores a 500 μS/cm.

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.48 no Anexo II.1) mostra uma distribuição dos valores entre as classes C2S1 e C3S1, com apenas uma amostra representada na classe C4S2. Trata-se fundamentalmente de águas que apresentam um risco de alcalinização baixo e um risco de salinização médio a alto para os solos, quando submetidos a rega.

#### Estratificação hidroquímica vertical

O número de pontos inventariados para esta massa de água subterrânea, na sua totalidade, foi de 379. Para a análise da possível estratificação das águas subterrâneas em relação a esta massa de água subterrânea, foram utilizados 140 pontos com dados relativos à CE e 81 dados correspondentes aos iões principais (ver Quadro 2.2.49). Os valores aqui considerados foram os da globalidade da massa de água subterrânea.

No diagrama de Piper (Figura II.2.33 no Anexo II.2) das amostras globais pode observar-se que as águas são fundamentalmente bicarbonatadas calco-magnésianas. Tanto nesse como no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.34 no Anexo II.2) das águas recolhidas em captações mais superficiais e em captações mais profundas, é possível observar que as amostras não apresentam qualquer diferença

significativa. O mesmo se passa com os dados de CE, praticamente idênticos para as duas populações amostradas (ver Quadro 2.2.49).

No entanto, pode também observar-se que nesta massa de água subterrânea existem poços com profundidades maiores que muitos furos e furos com profundidades muito menores que noutras massa de água subterrâneas/aquíferos, pelo que dados que deveriam pertencer a uma das categorias podem encontrar-se associados a outra, o que se pode observar claramente no diagrama de Profundidade versus CE (Figura II.2.35 no Anexo II.2).

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.36 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, sem qualquer tendência visível.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água subterrânea não apresenta qualquer tendência para uma estratificação química das suas águas.

Quadro 2.2.49 – Valores médios de condutividade e iões principais na massa de água subterrânea dos Gabros de Beja no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
Sup	78	745,3	39	270,8	32,1	60,8	67,2	33,4	0,33	37,2	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg
Prof	62	740,5	42	293,2	31,3	63,1	76,5	33,7	0,32	38,1	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg

#### 2.2.4.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

Para o **aquífero de Montemor-o-Novo**, da parte que drena da bacia do Sado, a precipitação média anual é de 693 mm/ano. Considerando que a taxa de recarga é de 10% implica numa recarga de **7,21 hm<sup>3</sup>/ano**, para uma área de drenagem de 104,1 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas neste aquífero foram de 13,54 hm<sup>3</sup>. Não foram contabilizados volumes de retorno de rega para este aquífero.

A recarga do **aquífero do Escoural** é feita pela precipitação que se situa nos 808 mm (PMA), correspondendo a infiltração a um valor próximo dos **10% do valor da precipitação**. Prevê-se uma infiltração anual de 80,8 mm para o sector, o que origina uma **infiltração anual renovável de 15,28 hm<sup>3</sup>** numa área de 189,1 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas foram de 30,26 hm<sup>3</sup>. Não foram contabilizados volumes de retorno de rega para este aquífero.

Relativamente ao **aquífero de Évora** que drena da bacia do Sado a recarga directa a partir da precipitação (646 mm) é de cerca de 10% desta, limitando-se o seu valor a **3,10 hm<sup>3</sup>/ano**, num área de drenagem de 48,1 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas foram de 6,26 hm<sup>3</sup>. Não foram contabilizados volumes de retorno de rega para este aquífero.

A recarga do **aquífero Cuba-São Cristóvão** é directa da precipitação (704 mm), limitando-se o seu valor (26,22 hm<sup>3</sup>/ano) a cerca de 10% desta, numa área de drenagem para a bacia do Sado de 372,4 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas foram de **48,4 hm<sup>3</sup>**. Não foram contabilizados volumes de retorno de rega para este aquífero.

No **aquífero de Portel** a recarga faz-se essencialmente por precipitação directa nas formações aflorantes dos calcários e dolomitos, que se localizam no centro deste aquífero (bacia do Guadiana), considerando que a precipitação média anual é de 637,1 mm e que a infiltração eficaz é 14% deste valor, pode-se dizer que, para a área aflorante da formação de calcários e dolomitos (5,5 km<sup>2</sup>), a recarga anual apresenta um volume de **0,49 hm<sup>3</sup>** (89,19 mm/ano). No entanto, a área considerada para este aquífero é superior (17,9 km<sup>2</sup>), na qual se podem observar quartzitos alternando com rochas de natureza xistenta com uma infiltração eficaz da ordem dos 4%, logo a recarga é de 0,32 hm<sup>3</sup> (25,48 mm/ano).

Contudo utilizando dados mais recentes de precipitação (600 mm/ano) e apenas a área drenada para a bacia do Sado (11,5 km<sup>2</sup>) e adoptando uma recarga média de 10% obteve-se recursos renováveis anuais da ordem dos 0,69 hm<sup>3</sup>/ano. As reservas estimadas foram de 1,84 hm<sup>3</sup>. Não foram contabilizados volumes de retorno de rega para este aquífero.

Exceptuando os aquíferos acima listados, a restante área pertencente à vasta massa de água subterrânea do **Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado** que possui uma recarga anual média de **5% da precipitação média anual** (622 mm/ano), uma vez que contém rochas ígneas e metamórficas da ZOM que são menos permeáveis (a recarga faz-se pela infiltração directa de precipitação, em especial na camada de alteração das mesmas). A área desta parte da massa de água subterrânea em estudo é de cerca de 1986,1 km<sup>2</sup>. Na totalidade os recursos renováveis anuais são da ordem dos **61,76 hm<sup>3</sup>**. As reservas estimadas foram de 198,6 hm<sup>3</sup>. Os volumes de retorno de rega foram estimados em 0,04 hm<sup>3</sup>/ano.

Por fim, considerando o **Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado como uma massa de água subterrânea unitária** com cerca de 2 711,3 km<sup>2</sup> (com a inclusão de todos os aquíferos referenciados e a parte restante), verifica-se que possui uma taxa de recarga ponderada, em função dos sistemas aquíferos presentes, de cerca de 6,3%. Tal taxa implica numa recarga de 114,28 hm<sup>3</sup> por ano. As reservas subterrâneas estimadas foram de 298,9 hm<sup>3</sup>.



Da rega efectuada sobre a totalidade desta massa de água subterrânea estima-se que apenas 0,050 hm<sup>3</sup>/ano contribuam para a **recarga global a longo prazo**, que no total será da ordem dos **114,33 hm<sup>3</sup>/ano**.

Na globalidade, considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (22,91 hm<sup>3</sup>/ano) da massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **91,46 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.50 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	2.711,3
Precipitação média anual (mm)	649
Recarga natural média anual (mm)	40,9
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	114,28
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	1.114,33
Taxa de recarga média (%)	6,3
Reservas (hm <sup>3</sup> )	298,9
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	91,46

Quadro 2.2.51 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero do Escoural)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	189,1
Precipitação média anual (mm)	808
Recarga natural média anual (mm)	80,8
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	15,28
Recarga média anual a longo prazo	15,28
Taxa de recarga média (%)	10
Reservas (hm <sup>3</sup> )	30,26
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	12,22

Quadro 2.2.52 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Cuba-São Cristóvão)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	372,4
Precipitação média anual (mm)	704
Recarga natural média anual (mm)	70,4
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	26,22
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	26,22
Taxa de recarga média (%)	10
Reservas (hm <sup>3</sup> )	48,4
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	20,98

Quadro 2.2.53 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado (aquífero de Portel)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	11,5
Precipitação média anual (mm)	600
Recarga natural média anual (mm)	60
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	0,69
Recarga média anual e longo prazo (hm <sup>3</sup> )	0,69
Taxa de recarga média (%)	10
Reservas (hm <sup>3</sup> )	1,84
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	0,55

#### 2.2.4.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

As principais direcções de fluxo nas **rochas ígneas e metamórficas da ZOM** são para Sul e Sudeste, na direcção da bacia do Guadiana. Embora os dados existentes não permitam a caracterização dos sentidos de fluxo para as **rochas sedimentares**, estes podem ser determinados a nível regional, apontando para uma direcção Este-Oeste (PBH do Sado). Não existe conexão hidráulica entre os ecossistemas aquáticos de superfície e as rochas sedimentares. Dentro desta extensa massa de água subterrânea é possível, ainda, especificar os sentidos de escoamento para os diferentes aquíferos existentes.

O fluxo do **aquífero de Montemor-o-Novo** depende da topografia da região, podendo-se dizer que, na área que pertence à RH6, é mais acentuado na direcção Nordeste-Sudoeste, coincidente com as linhas de água.

O sentido do escoamento subterrâneo do **aquífero do Escoural** é radial a partir da zona mais elevada, a Norte de Santiago do Escoural (serra de Monfurado), em direcção a Oeste e Sudoeste, na parte ocidental, e Este e Sudeste, na zona oriental. As principais ribeiras deste sector são a da Marateca e de São Martinho.

Na parte do **aquífero de Évora** que pertence à RH6 o sentido de fluxo é essencialmente Noroeste-Sudeste em direcção a Évora.

Verifica-se que existe uma extrema dependência dos sentidos de fluxo relativamente à topografia no **aquífero de Cuba-São Cristóvão**. Na região de Cuba o sentido é preferencialmente para Sudeste, já nas zonas de Alvito, Viana do Alentejo e até às proximidades de São Cristóvão é para Sudoeste. A descarga é efectuada na zona de Cuba e as ribeiras de Odivelas, das Alcáçovas e o rio Xarrama constituem a sua rede hidrográfica principal.

No **aquífero de Portel** o fluxo faz-se a partir desta área e para Noroeste em direcção à ribeira de Odivelas.

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Sobre os aspectos de dependência da massa de água subterrânea com os cursos de água superficiais, não existe informação concreta na bibliografia consultada, no entanto pode-se verificar (Desenho 2.2.2 – ecossistemas aquáticos e terrestres associados) que as ribeiras de São Martinho e um afluente desta, da Ulmeira, de Santa Catarina de Sítimos (a jusante da barragem de Pego do Altar) e o Rio Xarrama (a jusante da barragem de Trigo de Morais – Vale do Gaio) estão relacionadas com a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado.

No âmbito do presente plano foram também identificadas treze lagoas temporárias cujo aparecimento está associado ao armazenamento de água nos depósitos detríticos que cobrem o substrato rochoso de reduzida permeabilidade que suporta a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado. Estas lagoas localizam-se em Alfundão (Ferreira do Alentejo), Faro do Alentejo (Cuba), Cuba, Vila Nova da Baronia (Alvito) e Torrão (Alcácer do Sal).

Quadro 2.2.54 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Ecosistemas aquáticos	Ribeira de São Martinho (e afluente), Ulmeira, Santa Catarina de Sítimos e Rio Xarrama, Lagoas temporárias em Alfundão, Faro do Alentejo, Cuba, Vila Nova da Baronia e Torrão
Ecosistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (5) e lagoas temporárias (13)
Fluxos de transferência	-----

#### 2.2.4.6. Extracções e balanço hídrico

##### A. Volumes consumidos conhecidos

De acordo com a ARH Alentejo encontram-se a extrair na massa de água subterrânea Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado 1.201 captações de água subterrânea. No total, e considerando as captações para as quais existe informação disponível (32%), é extraído desta massa de água subterrânea um volume de cerca de 17,5 hm<sup>3</sup>/ano.

O volume total captado corresponde a aproximadamente 15% do volume da recarga anual a longo prazo para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado. As extracções conhecidas nesta massa de água subterrânea representam 28% das extracções totais efectuadas nas 8 massas de água subterrânea integradas na RH6.

Das extracções conhecidas 89% destinam-se a utilizações privadas e 11% a utilizações públicas dos concelhos de Alvito, Beja, Cuba, Évora, Ferreira do Alentejo, Montemor-o-Novo, Portel, Viana do Alentejo e Vidigueira.

Destacam-se pela sua relevância as extracções efectuadas para o abastecimento público do município de Évora, que em 32 captações, extrai 54,6% dos volumes totais conhecidos para esta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.55 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Alvito	1	44.784	2	622
Beja	1	6.686	0,4	101
Cuba	6	93.600	5	1.300
Évora	32	1.012.662	54,6	76
Ferreira do Alentejo	5	185.814	10	7.628
Montemor-o-Novo	19	180.453	10	2.314
Portel	5	177.623	10	542
Viana do Alentejo	7	151.688	8	s.i.
Vidigueira	1	s.i.	0	1.322
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>1.853.310</b>	<b>100</b>	<b>13.905</b>

s.i. Sem informação

Nesta massa de água subterrânea encontram-se ainda instaladas 3 captações sob gestão da Empresa Municipal de Água e Saneamento de Beja, EM (1) e das Águas do Centro Alentejano (2) que, de acordo com a informação disponibilizada pela ARH Alentejo, captam 15 433 m<sup>3</sup>/ano (0,015 hm<sup>3</sup>/ano).

No que respeita aos consumos privados, a maior parte das extracções para as quais é conhecida a finalidade são utilizadas para a rega (45%). Refira-se que o maior número de captações inventariadas têm como destino a rega (306 captações das 567 captações para as quais está identificado o tipo de ponto de água). A segunda maior utilização dos volumes de água subterrânea extraída nesta massa de água é o abeberamento de gado (25% dos consumos privados conhecidos para a utilização da água subterrânea).

As captações privadas têm uma ampla distribuição geográfica pela massa de água subterrânea, destacando-se contudo o significativo número de captações nos concelhos de Évora (396 captações) e Viana do Alentejo (221 captações). As captações nestes dois concelhos extraem, respectivamente, 24% e 21% do total dos consumos privados.

Refira-se ainda os casos dos concelhos de Portel, Alvito, Ferreira do Alentejo e Montemor-o-Novo que embora possuam um número significativamente inferior de captações relativamente ao que foi referido anteriormente, captam anualmente volumes superiores a 1 hm<sup>3</sup>.

Quadro 2.2.56 – Consumos privados conhecidos por concelho, por concelho, na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Alcácer do Sal	76	465.752	3
Alvito	71	1.355.985	9
Beja	38	757.163	5
Cuba	60	962.792	6
Évora	396	3.766.289	24
Ferreira do Alentejo	64	1.017.955	7
Montemor-o-Novo	95	1.076.612	7
Portel	88	2.619.461	17
Vendas Novas	7	210.100	1
Viana do Alentejo	221	3.306.635	21
Vidigueira	8	112.720	1
<b>Total</b>	<b>1.124</b>	<b>15.651.465</b>	<b>100</b>

A maioria das captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastece menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 23,82 hm<sup>3</sup>/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas.

O consumo estimado para rega somado ao do abastecimento público é de 25,70 hm<sup>3</sup>/ano, uma vez que o volume de água utilizado para consumo humano ronda os 1,85 hm<sup>3</sup>/ano. Assim, este volume corresponde a cerca de 22% do volume de recarga anual médio estimado para esta massa de água subterrânea.

As extracções totais estimadas para esta massa de água subterrânea, incluindo a rega, o abeberamento de gado, o consumo privado, a indústria e o turismo, são de 40,01 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 35% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

Em termos de abastecimento público, verifica-se que a sua utilização é muito variada e bastante dependente dos sistemas subterrâneos, nomeadamente os aglomerados mais pequenos.

Considera-se que a exploração dos recursos hídricos subterrâneos associada à massa de água subterrânea de Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado pode ser intensificada, embora de modo racional de modo a não colocar em causa a sustentabilidade do uso das suas águas. De facto, as extracções actualmente conhecidas representam apenas 15% da recarga a longo prazo estimada para esta massa de água subterrânea.

O volume de extracção anual médio que levaria à identificação de uma situação de risco quantitativo corresponderia a cerca de 103 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, 90% do escoamento anual médio, que corresponde a um valor de mais duas vezes e meia o volume de extracção anual médio que se estima ser praticado actualmente.

No entanto, dada a circunstância de existir um elevado grau de incerteza, relativamente aos consumos de água subterrânea actualmente suportados por esta massa de água subterrânea e, também ao facto de esta ser vulnerável à contaminação provocada por nitratos de origem agrícola, é necessário definir medidas para inverter os problemas qualitativos existentes e compreender a sua relação com a hidrodinâmica do sistema.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.57 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da bacia do Sado

<b>Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		114,28
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0,34
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		114,33
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		22,87
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	17,50
	Estimadas	40,01
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>74,00</b>
	<b>Estimado</b>	<b>51,50</b>

## 2.2.5. Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (O01RH6)

### 2.2.5.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

Esta massa de água subterrânea ocorre de forma localizada no seio da Bacia do Sado e corresponde na RH6 a duas zonas com potencial interesse hidrogeológico distintas:

- **Sector da Arrábida**, a Norte, onde se distinguem as zonas implantadas nas formações da base do Jurássico superior, que ocorrem na Arrábida.
- **Sector de Santiago do Cacém**, a Sul, numa zona envolvente à massa de água subterrânea de Sines, encontram-se formações detríticas (areias de duna, terraços, areias, arenitos e cascalheiras), sedimentares (dolomitos e margas) arenitos, sienitos e dioritos, filões, e ainda formações turbidíticas.

A zona com interesse hidrogeológico no sector da Arrábida desenvolve-se deste o litoral no Cabo Espichel até à Arrábida e é talhado em rochas carbonatadas (calcários e margas).

As rochas da zona da Arrábida são constituídas essencialmente por calcários com aptidão aquífera diferenciada. No âmbito do presente plano a parcela dentro do limite da massa de água subterrânea em que se inserem tem uma área de 87km<sup>2</sup>. O conhecimento desta zona é limitado, mas conhecem-se condições hidrogeológicas que variam em função das camadas captadas e da localização das captações. Devido às frequentes intercalações argilosas, as captações aproveitam, em geral, várias camadas, mais ou menos independentes.

Estas zonas com interesse hidrogeológico apresentam comportamento predominantemente poroso, podendo ser fracturado e até cársico. Nas zonas mais fracturadas a produtividade é fraca, devido à fragmentação dos blocos pelas falhas e filões, que podem funcionar como barreiras à circulação da água.



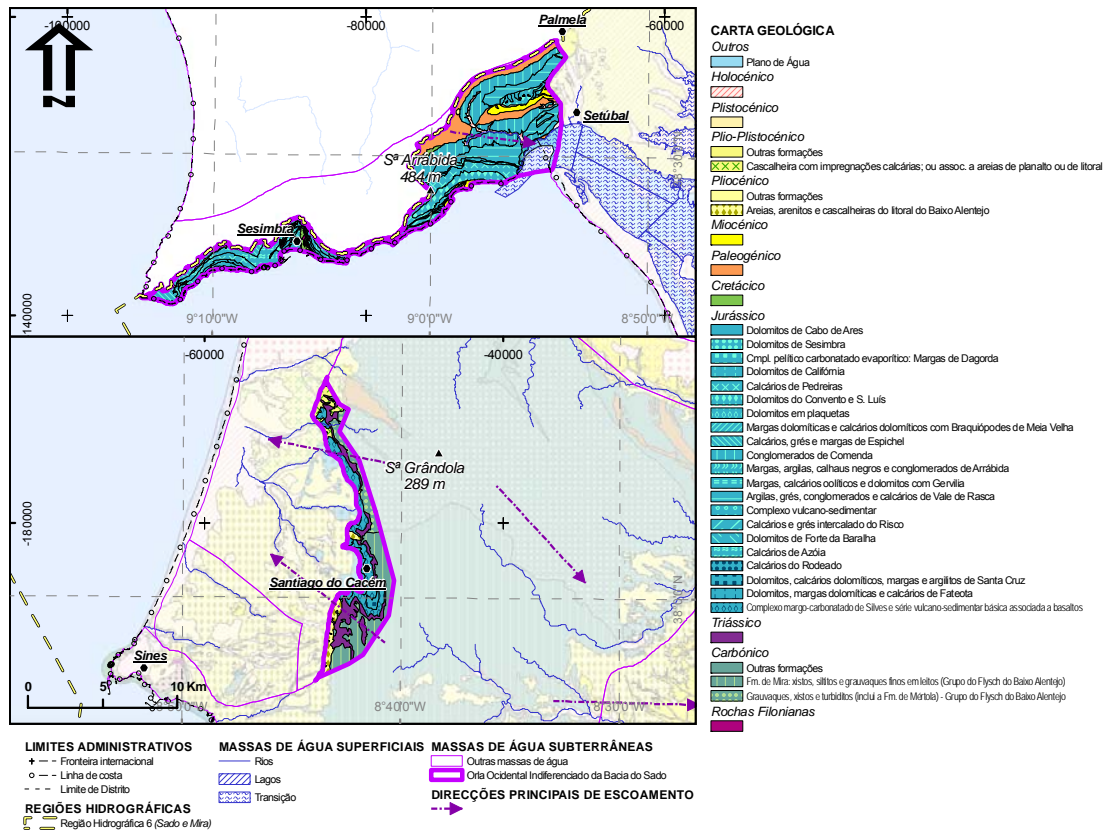


Figura 2.2.11- Geologia da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

Destacam-se as formações Jurássicas do Liásico, Dogger e Malm que foram descritas por Zbyszewski *et al.* (1965), Manuppella e Balacó, (1977), Manuppella *et al.* (1994) in Hidroprojecto *et al.* (1999):

- **Liásico** – representado por formações Hetangianas, Sinemurianas e Toarcianas, numa sequência de calcários compactos, calcários dolomíticos por vezes com intercalações de margas dolomitizadas, calcários margosos, margas e dolomitos;
- **Dogger** – representado por formações do Batoniano e Caloviano que se apresentam como um conjunto de 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 bancadinhas 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;

- **Malm** – representado pelo Oxfordiano, Kimmeridgiano e Titoniano, num conjunto de litologias constituídas por calcários compactos, cristalinos a subcristalinos ou criptocristalinos, por vezes calciclásticos e microconglomeráticos, 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. Em conjunto com algumas formações do Kimmeridgiano as formações titonianas são as unidades jurássicas com maior interesse aquífero.

As formações a Sul, no Sector de Santiago do Cacém estão inseridas numa área de 39 km<sup>2</sup> na envolvente à massa de água subterrânea de Sines. São constituídas, essencialmente, por três formações: o complexo vulcano-sedimentar (escoadas de basalto, doleritos e tufos, que alternam com margas dolomíticas e calcários), os arenitos de Silves (arenitos, conglomerados e pelitos) e os dolomititos, margas dolomíticas e calcários da Fateota. A rodear estas litologias há ainda formações do tipo “Flysh” constituídas por grauvaques e xistos (pertencentes às Formações de Mira e Mértola).

Apesar de estas formações serem consideradas, individualmente, com pobre aptidão hidrogeológica, a forte fracturação existente neste sector associada a uma grande heterogeneidade litológica criam condições para a ocorrência de infiltração e armazenamento eficaz de água subterrânea, o que é comprovado pelas captações existentes. As litologias com maior aptidão aquífera pertencem a formações pós-paleozóicas.

A Formação de Grés de Silves, do Triásico superior, é constituída por arenitos vermelhos, conglomerados e pelitos subordinados. A espessura deste depósito varia entre 28 e 120 m. O Complexo Pelítico-carbonatado Evaporítico de Silves do Hetangiano-Retiano corresponde a uma formação essencialmente constituída por pelitos e arenitos subordinados, apresentando raras intercalações carbonatadas constituídas por margas dolomíticas, atingindo este conjunto uma espessura de 80 m. No topo deste complexo aparecem dolomititos siliciosos com intercalações de pelitos com espessuras que variam entre 15 e 40 m. O Complexo Vulcano-Sedimentar do Sinemuriano-Hetangiano é constituído por escoadas de basaltos e doleritos e tufos básicos, os quais alternam com margas dolomíticas e raros calcários oolíticos (Inverno in ERHSA, 2001).

Os afloramentos do Jurássico superior constituídos por dolomititos, margas dolomíticas e calcários do Toarciano-Sinemuriano (Liásico) formam uma faixa quase contínua entre Melides e Santiago do Cacém. Em termos litológicos a sequência é essencialmente constituída por dolomititos, dolomititos cristalinos, dolomititos calcários com intercalações argilosas, margas e calcários margosos por vezes dolomitizadas e

calcários oolíticos e calciclásticos dolomitizados A espessura da formação deverá ultrapassar os 200 m (Manuppella, in ERHSA, 2001).

Do ponto de vista hidrogeológico esta massa de água subterrânea ainda é pouco conhecida tanto no sector Arrábida como no sector Santiago do Cacém. No caso da Arrábida esta já foi estudada por Hidroprojecto *et al.* (1999) no âmbito do PBH do Sado, sendo a principal fonte de dados do presente plano. No caso do sector de Santiago do Cacém, a sua diferenciação como massa de água subterrânea é recente, pelo que o seu estudo tem sido apenas marginal no âmbito de outras caracterizações, não tendo nenhuma análise incidindo especificamente sobre esta área.

Para ambos os sectores não existem dados de monitorização piezométrica, nem há pontos de monitorização atribuídos. Esta é uma lacuna que tem de ser resolvida, pois sem estes elementos não é possível efectuar qualquer caracterização quantitativa, estabelecer direcções de fluxo ou qualquer modelo conceptual, bem como avaliar tendências de evolução de níveis piezométricos.

Quadro 2.2.58 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Unidade Hidrogeológica	Orla Ocidental
Área total (km <sup>2</sup> )	126,4
Centróide (M; P) (ETRS89)	-67323,65647; -145963,9456
Distritos abrangidos	Setúbal
Concelhos abrangidos	Grândola, Palmela, Santiago do Cacém, Sesimbra, Setúbal
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 454, 464, 465, 505, 516, 517, 526
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folha 38B, 42A, 42C
Unidades aquíferas principais	Calcários, dolomitos, margas dolomíticas e calcários da Fateota

Quadro 2.2.59 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector da Arrábida)

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado – Sector da Arrábida</b>	
Unidade Hidrogeológica	Orla Ocidental
Área total (km <sup>2</sup> )	87,2
Distritos abrangidos	Setúbal
Concelhos abrangidos	Palmela, Sesimbra, Setúbal
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 454, 464, 465
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folha 38B
Unidades aquíferas principais	Calcários, dolomitos, margas dolomíticas e calcários da Fateota

Quadro 2.2.60 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector de Santiago do Cacém)

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado – Sector de Santiago do Cacém</b>	
Unidade Hidrogeológica	Orla Ocidental
Área total (km <sup>2</sup> )	37,2
Distritos abrangidos	Setúbal
Concelhos abrangidos	Grândola, Santiago do Cacém,
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 505, 516, 517, 526
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folha 42C
Unidades aquíferas principais	Calcários, dolomitos, margas dolomíticas e calcários da Fateota

### 2.2.5.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área de drenagem da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado é igual à área da respectiva massa de água (126,4 km<sup>2</sup>). A área de drenagem assim como a massa de água encontra-se dividida espacialmente em duas regiões: zona da Arrábida e zona de Santiago do Cacém.

Em termos de litologia da cobertura da área de drenagem a formação que se destaca pela expressão espacial é a dos Conglomerados da Comenda que se encontra na área Este da zona da Arrábida. Na mesma zona ocorrem também as argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca. A formação de Mira é a terceira formação mais importante em termos de área e encontra-se na zona de Santiago do Cacém. Os Calcários de Pedreiras ocupam uma extensa área que se prolonga por toda a zona da Arrábida.

Seguidamente apresenta-se uma pequena síntese acerca dos principais estratos que cobrem a área de drenagem:

- **Conglomerados de Comenda (Jurássico)** – a unidade é constituída por siltes argilosos, areias finas, argilas nodulares e grés, que passam a conglomerados, os quais se tornam mais importantes para o topo. A base desta unidade jurássica é constituída por uma série predominantemente vermelha e com marcadas características fluviais, com cerca de 400 m de espessura.
- **Argila, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca** – a unidade jurássica Vale de Rasca encontra-se sob a unidade anteriormente referida. É constituída por arenitos, margas, argilas e conglomerados calcários que, progressivamente, se vão carregando de quartzo, em direcção ao topo da série.
- **Calcários de Pedreiras (Jurássico)** – calcários micríticos com pelóides, bioclastos e raros intraclastos, com cerca de 230 m.
- A **Formação de Mira (Carbónico)** tem também características turbidíticas, com dominância de turbiditos finamente estratificados com baixa relação areia/argila. No contacto com a formação de Mértola os turbiditos voltam a ser mais espessos e grosseiros (Oliveira *et al.*, 1984).

Três famílias de solos perfazem 60% da área de drenagem para a qual foram publicadas cartas de solos (existe uma área na zona da Arrábida para a qual não existe carta de solos). A família mais abundante ocorre apenas na zona de Santiago do Cacém e corresponde aos **Litossolos dos Climas de Regime Xérico, de xistos ou grauvaques (Ex)**. Seguem-se os **Afloramento Rochoso de calcários ou dolomias (Arc)** que dominam a zona da Arrábida e finalmente os **Solos Litólicos, Não Húmicos Pouco Insaturados, Normais, de "grés de Silves" ou rochas afins (Vts)** que ocorrem no sector Oeste da zona de Santiago do Cacém.

As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado são as seguintes: Ribeira da Comenda (26%) e Ribeira da Ponte (15%).

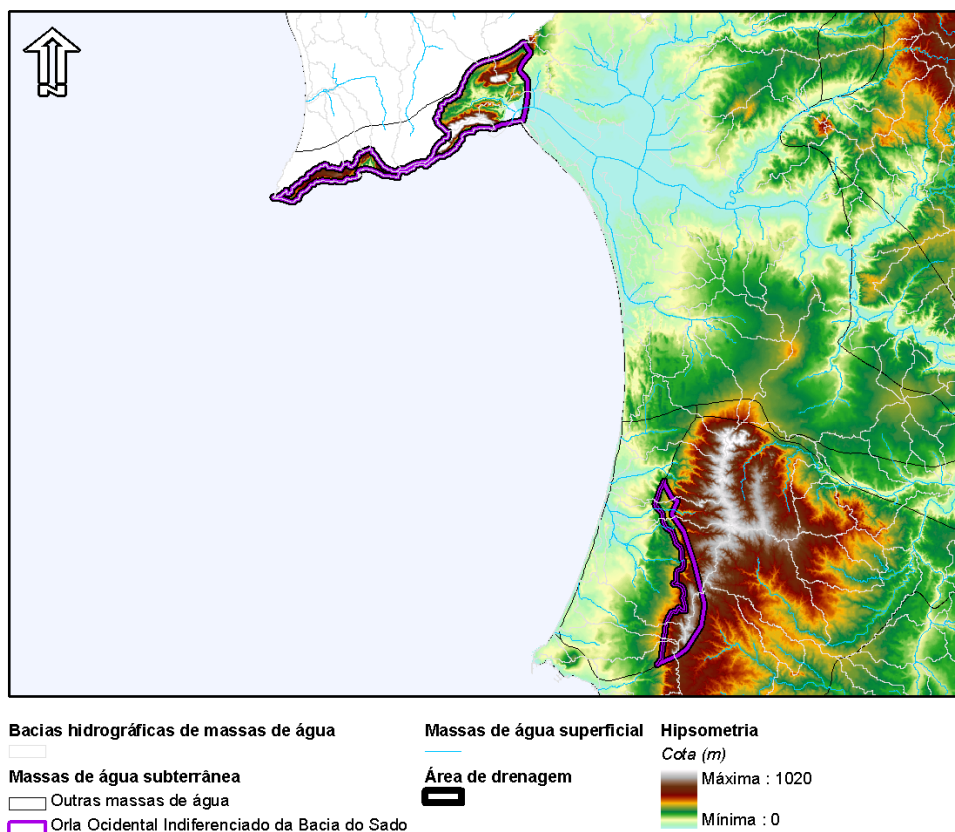


Figura 2.2.12 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.61 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	126,4
Geologia	Conglomerados de Comenda (15%); Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca (10%); Formação de Mira: xistos, siltitos e grauvaques finos em leitos (Grupo do Flysch do Baixo Alentejo) (9%); Calcários de Pedreiras (8%)
Solos (não inclui toda a área de drenagem)	Ex (31%); Arc (17%); Vts (12%)
Massas de água superficial	Ribeira da Comenda; Ribeira da Ponte

### 2.2.5.3. Características hidroquímicas

Apenas foram identificados 4 pontos nesta massa de água subterrânea, com os mesmos 4 dados de CE e dos iões principais que permitiram a sua classificação hidroquímica (fácies).

O diagrama de Piper (Figura II.1.49 no Anexo II.1) mostra que todas elas se encontram no campo das fácies bicarbonatadas-calco-magnesianas, o que é corroborado pelos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.50 no Anexo II.1), onde se observa que o ião mais representativo é o bicarbonato, logo seguido pelos iões cálcio e magnésio.

O histograma dos valores de CE (Figura II.1.51 no Anexo II.1), embora também pouco representativo, mostra que duas análises se encontram no intervalo 600-700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e outras duas no intervalo 900-1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com uma mediana na ordem dos 797  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.52 no Anexo II.1) mostra que as 4 amostras caem nas classes C2S1 e C3S1, representando um risco de alcalinização baixo e um risco de salinização médio a alto.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, não apresenta qualquer ponto, não sendo por isso possível a sua caracterização mais detalhada quanto à qualidade da água.

#### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados para esta massa de água subterrânea foi de apenas 4, com os mesmos 4 dados de CE e dos iões principais (ver Quadro 2.2.62), sendo 1 de águas de captações mais superficiais e 3 dados de captações mais profundas.

O diagrama de Piper (Figura II.2.37 no Anexo II.2) mostra que a única amostra de águas mais superficiais é uma bicarbonatada-mista (Mg-Na-Ca). As amostras mais profundas apresentam características bicarbonatadas-calco-magnesianas. O mesmo se pode observar no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.38 no Anexo II.2).

Por esta análise, e devido à escassez de dados, não se pode concluir pela existência ou não de estratificação química nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.62 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	μS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	1	977,0	1	234,0	83,0	84,0	58,0	71,5		46,0	HCO <sub>3</sub> -Mg-Na-Ca
Prof	3	617,0	3	386,4	31,5	28,0	70,1	17,3		33,5	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg

#### 2.2.5.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

A recarga calculada pelo método de Vermeulen *et al.* (1993, 1994) no PBH Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) para a área incluída no presente Sector da Arrábida apresenta um valor de **13 hm<sup>3</sup>/ano** (195 mm/ano), que corresponde a **29% da precipitação**. Nesse mesmo âmbito, o volume extraível foi calculado em 9 hm<sup>3</sup>/ano (equivalente a uma altura de água de 136 mm/ano) e representa 70% da recarga média (para uma área de afloramento de 65 km<sup>2</sup>).

Quanto ao armazenamento permanente Hidroprojecto *et al.* (1999) efectuaram uma estimativa para as formações jurássicas, cretácicas e paleoénicas correspondentes a uma área de 143 km<sup>2</sup> da zona da Arrábida, que engloba o respectivo sector da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado. Recorrendo aos valores das formações jurássicas (Lias, Malm e Dogger) para a área da massa de água subterrânea nesse sector (87 km<sup>2</sup>) obtêm-se um armazenamento permanente de 80,91 hm<sup>3</sup> (exclui armazenamento permanente nas partes localizadas no Plano do Tejo).

Não existem dados de síntese que apresentem valores de recarga para o sector de Santiago do Cacém. Porém, por analogia, considera-se que as formações do Triásico – Liásico que são constituídas por arenitos, pelitos, doleritos, margas, calcários margosos e dolomites, terão menor capacidade de recarga que as formações detríticas, mas maior que as formações metamórficas da Zona Sul Portuguesa. Assim, assume-se que estas formações terão uma recarga inferior ao valor de 10% da precipitação, que pode ser atribuído a formações detríticas com componente argilosa, e que terão uma recarga superior ao valor médio de 5% de formações metamórficas da Zona Sul Portuguesa, atribuindo-se então um valor intermédio de 7,5%.

Aplicando esta taxa de recarga natural ao valor de 722 mm/ano, auferido para a série climática de valores de precipitação utilizada no presente estudo (1931/32 a 1996/97), obtêm-se um valor de recarga natural para a zona de Santiago do Cacém (39,2 km<sup>2</sup>) de **2,12 hm<sup>3</sup>/ano**. Se procedermos da mesma forma para a



área da Arrábida (87,2 km<sup>2</sup>) o valor de recarga natural é de **18,26 hm<sup>3</sup>/ano**, logo pode-se dizer que a recarga da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado de **20,38 hm<sup>3</sup>/ano**.

Na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado não existem actualmente áreas regadas com águas superficiais, pelo que se considerou que a **recarga média global a longo prazo** é igual à recarga natural, ou seja, **20,38 hm<sup>3</sup>/ano**.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (4,08 hm<sup>3</sup>/ano) da massa de água subterrânea os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **16,30 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.63 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea a da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	126,4
Precipitação média anual (mm)	722
Recarga natural média anual (mm)	161
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	20,38
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	20,38
Taxa de recarga média (%)	22,3
Reservas (hm <sup>3</sup> )	80,9
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	16,30

Quadro 2.2.64 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector da Arrábida)

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado – Sector da Arrábida</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	87,2
Precipitação média anual (mm)	722
Recarga natural média anual (mm)	209
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	18,26
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	18,26
Taxa de recarga média (%)	29
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	14,61

Quadro 2.2.65 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado (Sector de Santiago do Cacém)

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado – Sector de Santiago do Cacém</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	39,2
Precipitação média anual (mm)	722
Recarga natural média anual (mm)	54,15
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	2,12
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	2,12
Taxa de recarga média (%)	7,5
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	1,7

#### 2.2.5.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Sobre os aspectos de dependência da massa de água subterrânea com os cursos de água superficiais, não existe informação concreta na bibliografia consultada, no entanto pode verificar-se (Desenho 2.2.2 – ecossistemas aquáticos e terrestres associados) que a ribeira da Ponte está relacionada com a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado.

Sobre os aspectos de relação da massa de água subterrânea com as lagoas temporárias, não existe informação concreta na bibliografia consultada.

Quadro 2.2.66 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Ecossistemas aquáticos	Ribeira da Ponte
Ecossistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (1)
Fluxos de transferência	-----

#### 2.2.5.6. Extracções e balanço hídrico

##### A. Volumes consumidos conhecidos

De acordo com os dados de inventário e registo de captações da ARH Alentejo existem na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado 274 captações, das quais 270 são de abastecimento privado e 4 de abastecimento público.

Todas as captações de abastecimento público (4) localizam-se no Sector de Santiago de Cacém. Das captações privadas 210 (78%) localizam-se no sector Arrábida e as restantes 60 (22%) no sector Santiago do Cacém. Do universo de captações cujo uso foi identificado a maior parte (194) destina-se a rega (71%), 9% destina-se a consumo humano (apenas 0,5% no sector Santiago do Cacém), 3% a uso industrial, 2% para consumo humano e rega, 1% a abeberamento de gado e o restante 1% a outros usos diversos. 11% dos usos não são determinados. De notar que todo o consumo industrial se localiza no Sector Arrábida na pedreira da Secil em Outão (7 captações).

O volume registado para consumo público é de apenas 0,02 hm<sup>3</sup>/ano no sector de Santiago do Cacém. O volume registado para consumos privados conhecidos é de 0,56 hm<sup>3</sup>/ano dos quais 0,46 hm<sup>3</sup>/ano são no Sector Arrábida e 0,10 hm<sup>3</sup>/ano no sector Santiago do Cacém. 11% dos consumos não tem uma tipologia atribuída (2% em Arrábida e 9% em Santiago do Cacém). O consumo humano privado é de 0,08 hm<sup>3</sup>/ano sendo a sua maior parte captado na Arrábida (0,076 hm<sup>3</sup>/ano).

O volume registado para rega destaca-se com 0,31 hm<sup>3</sup>/ano, sendo 0,29 hm<sup>3</sup>/ano na Arrábida e apenas 0,02 hm<sup>3</sup>/ano em Santiago do Cacém. O consumo industrial é de 0,06 hm<sup>3</sup>/ano e localiza-se exclusivamente no Outão. Por outro lado o abeberamento animal é um uso registado apenas no sector Santiago do Cacém com 0,03 hm<sup>3</sup>/ano. Os usos de recreio, outros ou indeterminados representam cerca de 0,07 hm<sup>3</sup>/ano no seu conjunto.

O valor dos consumos conhecidos de 0,57 hm<sup>3</sup>/ano para a massa de água representa 3% da recarga a longo prazo. Para Arrábida, o valor dos consumos conhecidos de 0,45 hm<sup>3</sup>/ano o que representa 2% da recarga para esse sector. O valor dos consumos conhecidos de 0,12 hm<sup>3</sup>/ano para Santiago do Cacém representa 6% da recarga para esse sector.

No Quadro 2.2.67 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações públicas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.67 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m³/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Arrábida	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Santiago do Cacém	4	17.496	100	7.572

s.i. Sem informação

No Quadro 2.2.68 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações privadas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.68 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m³/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Grândola	9	16.390	3
Palmela	50	109.152	20
Santiago do Cacém	51	83.310	15
Sesimbra	12	5.231	1
Setúbal	148	340.639	62
<b>Total</b>	<b>270</b>	<b>554.821</b>	<b>100</b>

A maioria das captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastece menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 0,87 hm³/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas, totalizando uma área de 351 ha de terreno cultivado anualmente (capítulo 5.3.3. - Pressões e impactes associados a poluição difusa). Este volume corresponde a 0,63 hm³/ano para o sector da Arrábida para uma área de 254 ha de dotações de rega e 0,24 hm³/ano para o sector de Santiago do Cacém para uma área de 96 ha de dotações de rega.

Estes valores configuram um desequilíbrio entre os dados que podem ser obtidos por diferentes métodos para consumos de rega. O volume de extracção anual licenciado correspondente às 270 captações identificadas, cujas extracções se destinam a rega, apenas soma 0,31 hm<sup>3</sup>/ano o que representa 36% do valor estimado. De notar que nestas zonas não existem perímetros de rega abastecidos por grandes barragens.

Considerando uma estimativa de consumos de água subterrânea resultante do somatório das captações públicas, captações privadas de abastecimento doméstico, abastecimento industrial e estimativa de volumes para rega obtém-se um valor de 1,03 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 5% da recarga a longo prazo para esta massa de água subterrânea.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.69 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		20,38
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		20,38
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		4,08
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	0,57
	Estimadas	1,03
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>15,73</b>
	<b>Estimado</b>	<b>15,27</b>

## 2.2.6. Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado (T01RH6)

### 2.2.6.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

Esta zona indiferenciada corresponde à zona da bacia cenozóica do Tejo-Sado que entrando na bacia hidrográfica do Sado corresponde fundamentalmente a terrenos da bordadura. Estes terrenos são fundamentalmente mais argilosos que os do centro da bacia (ERHSA, 2001).

Esta massa de água subterrânea corresponde ao limite Sul da extensão da margem esquerda da bacia do Tejo-Sado, na qual se incluem as formações paleogénicas depositadas na margem esquerda da bacia do Tejo-Sado, assim como as formações miocénicas e plio-pleistocénicas da bordadura da bacia sedimentar e que por apresentarem espessuras reduzidas não foram incluídas no sistema aquífero bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda. Esta unidade prolonga-se pelas formações paleogénicas que afloram a Este da Bacia de Alvalade.

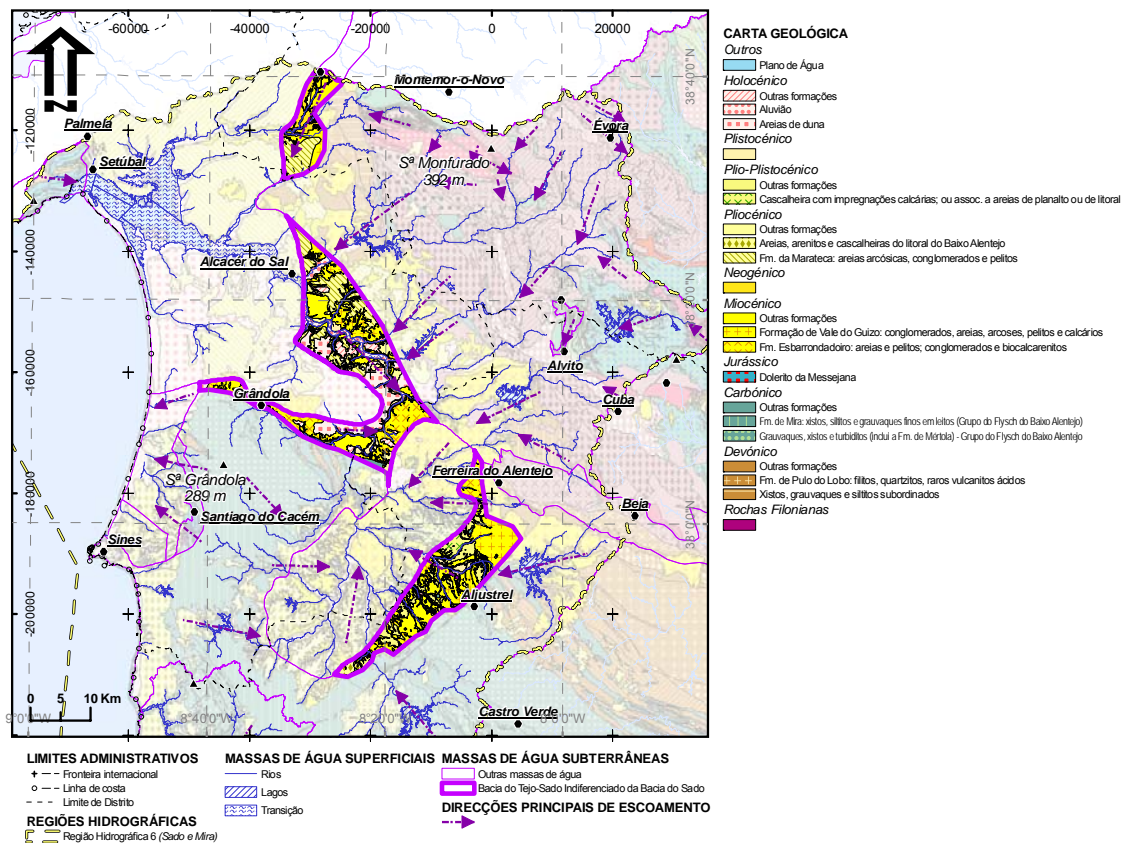


Figura 2.2.13- Geologia da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

As formações do Paleogénico funcionam como uma unidade impermeável a muito pouco permeável, constituindo a base do aquífero Miocénico. No entanto, nas regiões onde o Paleogénico é aflorante, ocorrem algumas nascentes de fraco caudal e poços superficiais que captam níveis livres de potencialidades reduzidas.

Os níveis explorados, por intermédio de poços, são no seu geral unidades arcósicas e esta exploração serve apenas para abastecer consumos locais (Zbyszewski et al., 1979 in Hidroprojecto *et al.*, 1999). Zbyszewski e Carvalhosa (1984) referem que na realidade o Paleogénico não constitui um verdadeiro aquífero mas antes um conjunto de litologias em que localmente se encontram níveis com alguma produtividade, embora no geral baixa.

Até ao momento os dados existentes não permitem determinar o funcionamento deste aquífero. Também não existem na bibliografia praticamente dados conhecidos sobre produtividades das captações ou caudais das referidas nascentes.

Segundo Gonçalves e Telles Antunes (1992), o substrato geológico dos principais aquíferos são as formações de cobertura aluvionares e arenosas, o Miocénico detrítico e o Soco Hercínico, que funcionam como aquíferos livres.

Esta massa de água subterrânea foi estudada por Zbyszewski e Carvalhosa (1984), Gonçalves e Telles Antunes (1992) e PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999).

Quadro 2.2.70 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Unidade Hidrogeológica	Bacia do Tejo-Sado
Área total (km <sup>2</sup> )	754,9
Centróide (M; P) (ETRS89)	-19264,46658; -165817,3636
Distritos abrangidos	Beja, Évora, Setúbal
Concelhos abrangidos	Alcácer do Sal, Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Grândola, Montemor-o-Novo, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém, Vendas Novas
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 435, 445, 446, 456, 457, 467, 468, 477, 485, 486, 487, 494, 495, 496, 497, 506, 507, 508, 519, 520, 528, 529, 530, 537, 538, 546
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 35C, 35D, 39A, 39B, 39C, 39D, 42A, 42B, 42D, 43C, 45B
Unidades aquíferas principais	Formações aluvionares e Miocénico detrítico

### 2.2.6.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área que drena para a massa de água Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado (6.362,9 km<sup>2</sup>) é consideravelmente superior à área da própria massa de águas (754,9 km<sup>2</sup>).

A área de drenagem é dominada por formações sedimentares detríticas especialmente pela Formação de Esbarrondadoiro que se encontra preferencialmente na zona sul e pela Formação Vale do Guizo que ocorre nas zonas noroeste e sudeste da área de drenagem. As litologias paleozóicas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo (Formação de Mira e Formação de Mértola) ocorrem no sul da área de drenagem sendo apenas interrompidas por depósitos detríticos. Os Pórfiros da Região de Beja que afloram numa faixa localizada na região norte são outro tipo de litologia que também ocupa considerável extensão da área em análise.

Seguidamente apresenta-se uma pequena síntese acerca dos principais estratos que cobrem a área de drenagem:

- A **Formação de Mértola (Carbónico)** é uma sequência turbidítica constituída por grauvaques, pelitos e alguns conglomerados intercalados. Os conglomerados podem ser do tipo organizado ou desorganizado enquanto os siltitos e pelitos mostram-se finamente estratificados. Além destas fácies são ainda conhecidos raros olistolitos, “slumps” e filões clásticos.
- A **Formação de Mira (Carbónico)** tem também características turbidíticas, com dominância de turbiditos finamente estratificados com baixa relação areia/argila. No contacto com a formação de Mértola os turbiditos voltam a ser mais espessos e grosseiros (Oliveira *et al.*, 1984).
- A **Formação do Esbarrondadoiro** do Miocénico cobre a maior parte da área de drenagem. Destaca-se a sua constituição por uma sucessão de bancadas métricas, homogéneas, tabulares com grande extensão lateral, de natureza areno-argilosa, ocorrendo desde areias médias com espessuras centimétricas, até espessas argilas homogéneas (Pimentel in ERSHA, 2001). Considerando a heterogeneidade já descrita e a natureza das litologias as porosidades associadas poderão assumir valores muito variáveis. Utilizando os valores de porosidade eficaz propostos por Hidroprojecto *et al.* (1999) estes poderão variar de 0% para argilas até 35% para areias.
- A **Formação de Vale do Guizo (Miocénico)** é constituída, no topo por argilas, margas com concreções calcárias, calcários gresosos, às vezes concrecionados, com seixos, e, ainda, arenitos argilosos, rosados ou avermelhados (Zbyszewski, in Oliveira *et al.*, 1984).



As quatro famílias de solos mais importantes compõem 32% da área de drenagem em análise. As famílias **Litossolos dos Climas de Regime Xérico, de xistos ou grauvaques (Ex)** e **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Normais, de xistos ou grauvaques (Px)** são as mais abundantes. Estes solos ocorrem especialmente na zona Sul e Oeste da área em estudo em estreita relação com os afloramentos de rochas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo (Formação de Mira e Formação de Mértola).

Os **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Para-Solos Hidromórficos, de arenitos ou conglomerados argilosos ou argilas (Pag)** e os **Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de Arenitos Grosseiros (Vt)** estão, como os nomes indicam, associados a depósitos detríticos.

As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado são as seguintes: Rio Sado (6%); Rio Xarrama (5%); Ribeira da Figueira (4%) e Ribeira de São Domingos (4%).

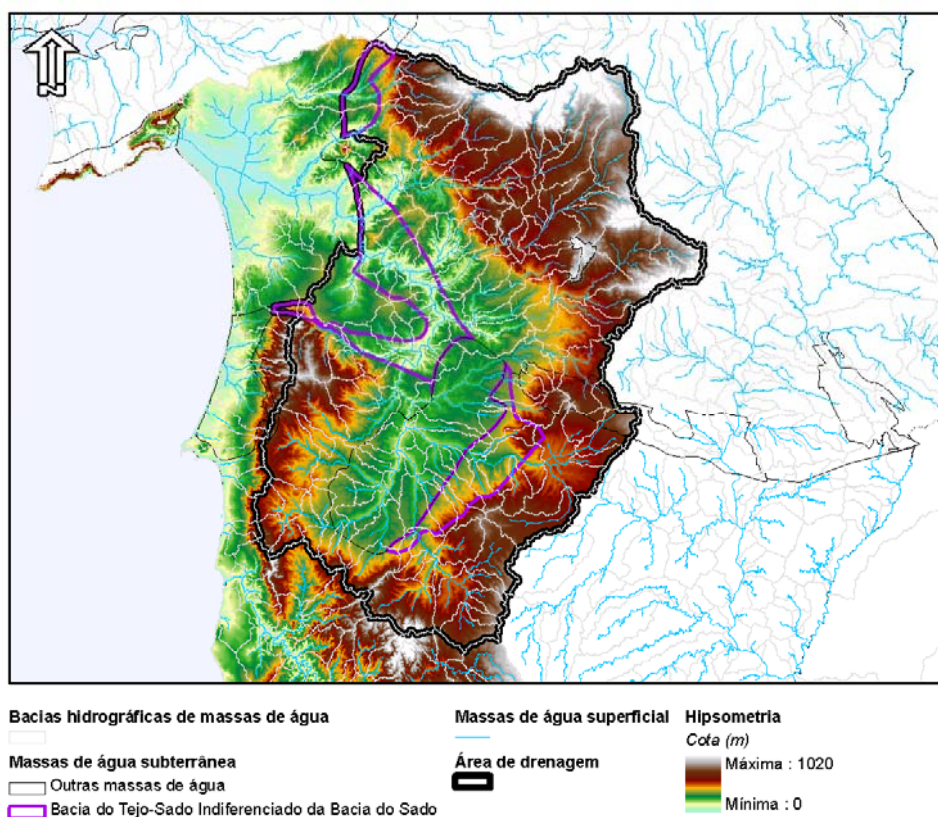


Figura 2.2.14 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.71 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	6.362,9
Geologia	Formação Esbarrondadoiro: areias e pelitos; conglomerados e biocalcarenítos (12%); Formação de Vale do Guizo: conglomerados, areias, arcoses, pelitos e calcários (9%); Formação de Mértola: grauvaques, xistos e turbiditos (Grupo do Flysch do Baixo Alentejo) (9%); Formação de Mira: xistos, siltitos e grauvaques finos em leitos (Grupo do Flysch do Baixo Alentejo) (7%); Pórfiros da região de Beja, incluindo tufos vulcânicos (6%)
Solos	Ex (10%); Px (9%); Pag (7%); Vt (6%)
Massas de água superficial	Rio Sado; Rio Xarrama; Ribeira de São Domingos; Ribeira da Figueira

### 2.2.6.3. Características hidroquímicas

Para análise da fácies hidroquímica das águas subterrâneas desta massa de água subterrânea, utilizaram-se dados de uma totalidade de 46 pontos, incluindo 46 dados de CE e 45 dados dos iões principais presentes nessas águas.

O diagrama de Piper (Figura II.1.53 no Anexo II.1) mostra que se trata de águas bicarbonatadas-cloretadas-mistas e os diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.54 no Anexo II.1) mostram que o percentil 95 atinge mais de 20 mmol/l para os parâmetros cloreto e sódio. No entanto, a mediana do bicarbonato é mais elevada que a do cloreto. O histograma dos valores de CE (Figura II.1.55 no Anexo II.1) mostra que a classe principal representada é a dos 0-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , seguida pela dos 500-1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para uma mediana dos valores de CE de 771,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.56 no Anexo II.1) mostra uma grande dispersão de valores, que no entanto se concentram nas classes C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, ou seja, águas com um baixo risco de alcalinização dos solos, e com um risco baixo a alto de salinização dos mesmos, em caso de utilização destas águas para rega. As classes mais elevadas, representadas apenas por uma ou duas amostras por classe, são as C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> e C<sub>4</sub>S<sub>3</sub>.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por apenas um ponto, nos quais foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal e sulfato para o ano de 2008.

Como esta massa de água subterrânea só tem um ponto de monitorização localizado no interior da mesma, não é possível tirar conclusões sobre a dispersão de possíveis contaminantes, nem dos parâmetros químicos.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados considerados para esta massa de água subterrânea foi de 46, contendo igualmente um total de 46 dados de CE e 45 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.72).

O diagrama de Piper (Figura II.2.39 no Anexo II.2) mostra que as águas captadas mais superficialmente são fundamentalmente cloretadas-mistas (Ca-Na-Mg), enquanto as captadas a maior profundidade são fundamentalmente cloretadas-sódico-magnesianas. Há portanto uma alteração significativa nas fácies das águas subterrâneas de ambos os conjuntos de amostras. Esta situação é também claramente visível no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.40 no Anexo II.2) para as águas recolhidas em captações menos profundas e em captações mais profundas. No que respeita aos dados de CE, os valores medianos para as duas populações amostradas mostram um grau de mineralização extremamente acentuado para as águas mais profundas (mais do dobro) quando comparadas com as águas mais superficiais (ver Quadro 2.2.72). Os valores são respectivamente  $468 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $965 \mu\text{S}/\text{cm}$ , para as amostras de água mais superficiais e mais profundas.

Por falta de dados, não foi possível realizar o perfil de profundidades versus CE.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.41 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, embora se note a grande predominância de valores de águas mais profundas em relação às mais superficiais na parte final do gráfico, ou seja, para valores superiores de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água subterrânea apresenta uma forte tendência para uma estratificação no que diz respeito quer às fácies das suas águas, quer ao seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados e com fácies mediana cloretada-mista (Ca-Na-Mg), enquanto as águas mais superficiais apresentam fácies mediana cloretada-sódico-magnesianas.

Quadro 2.2.72 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	μS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	17	468,0	17	64,7	73,0	19,0	36,5	39,13		14,8	Cl-Ca-Na-Mg
Prof	29	965,0	28	223,5	181,5	33,0	31,5	81,88		30,7	Cl-Na-Mg

#### 2.2.6.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

A massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado corresponde, *grosso modo*, à zona de interesse hidrogeológico identificada no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (1999) como Extensão da Margem Esquerda da Bacia do Tejo-Sado.

A recarga para a extensão da margem esquerda da bacia do Tejo-Sado (rochas sedimentares) foi estimada (Hidroprojecto *et al.*, 1999) em cerca de 165 mm/ano (90 hm<sup>3</sup>/ano), correspondendo a **27% da precipitação** (606 mm/ano) para uma área de 543 km<sup>2</sup>.

Aplicando a taxa de recarga obtida no plano de bacia do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999), ao valor de 577 mm/ano, obtido para a série climática de valores de precipitação utilizada no presente estudo (1931/32 a 1996/97) e tendo em conta a área total da massa de água subterrânea (754,9 km<sup>2</sup>), passa a ter-se um valor de recarga de **117,61 hm<sup>3</sup>/ano** (155,79 mm/ano).

Estes valores são ligeiramente superiores aos obtidos por Hidroprojecto *et al.* (1999) para uma precipitação média anual idêntica (606 mm) à do presente estudo e uma área da massa de água subterrânea inferior (543 km<sup>2</sup>).

No âmbito do presente plano foi estimado o volume de água que pode ser introduzido na massa de água subterrânea devido à rega de parcelas agrícolas com águas de origem superficial. O valor estimado é de **1,44 hm<sup>3</sup>/ano**.

Desta forma, o valor da **recarga média global a longo prazo** para a massa de água subterrânea Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado é de **119,04 hm<sup>3</sup>/ano**.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (23,80 hm<sup>3</sup>/ano) da massa de água subterrânea os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **95,23 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.73 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	754,9
Precipitação média anual (mm)	577
Recarga natural média anual (mm)	155,79
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	117,61
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	119,04
Taxa de recarga média (%)	27
Reservas (hm <sup>3</sup> )	94,08
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (hm <sup>3</sup> /ano)	95,23

#### 2.2.6.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

Na zona de Vendas Novas o fluxo dá-se essencialmente para Sudoeste, em direcção ao estuário do Sado. Junto à falha da Messejana o sentido de fluxo muda para Noroeste na direcção da massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade e na zona central da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado, a direcção de fluxo principal é para Este e Sudeste, na direcção de Ferreira do Alentejo.

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Sobre os aspectos de dependência da massa de água subterrânea com os cursos de água superficiais, não existe informação concreta na bibliografia consultada, no entanto pode verificar-se (Desenho 2.2.2 – ecossistemas aquáticos e terrestres associados) que o rio Sado – WB5 e um afluente, rio Sado a jusante das barragens de Campilhas, Monte da Rocha, Daroeira, Roxo e Odivelas, as ribeiras da Ulmeira e Santa

Catarina de Sítimos (jusante da barragem de Pego do Altar), ribeiro do Arcão estão relacionadas com a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado.

No âmbito do presente plano foi também identificada uma lagoa temporária cujo aparecimento está associado ao armazenamento de água nos depósitos detríticos. Esta lagoa localiza-se em Panóias (Ourique).

Quadro 2.2.74 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>	
Ecosistemas aquáticos	Rio Sado – WB5 e afluentes, Ribeiras da Ulmeira e Santa Catarina de Sítimos, Ribeiro do Arcão, Lagoa temporária em Panóias
Ecosistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (6) e das lagoas temporárias (1)
Fluxos de transferência	----

## 2.2.6.6. Extracções e balanço hídrico

### A. Volumes consumidos conhecidos

Encontram-se a captar na massa de água subterrânea Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado 191 captações de água subterrânea, das quais 176 captações correspondentes a utilizações privadas e 15 captações destinadas ao abastecimento público. Refira-se contudo que das 176 captações privadas inventariadas só existe informação no que respeita ao destino conferido à água captada em 60 captações.

Os consumos totais a partir desta massa de água subterrânea totalizam os 6,42 hm<sup>3</sup>/ano. Cerca de 87% das captações destinam-se ao consumo privado e 13% ao abastecimento público dos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo, Grândola, Montemor-o-Novo e Ourique.

Os consumos efectuados nesta massa de água subterrânea representam apenas 10% do total captado nas 8 massas de água subterrânea sob gestão da ARH Alentejo e a 5% do volume da recarga anual a longo prazo.

Quadro 2.2.75 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m³/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Alcácer do Sal	6	82.612	37	1.146
Ferreira do Alentejo	1	35.380	16	390
Grândola	1	49.320	22	497
Montemor-o-Novo	6	51.975	24	590
Ourique	1	1.194	1	25
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>220.481</b>	<b>100</b>	<b>2.648</b>

De acordo com a informação disponível, a maioria das captações privadas extraem água para a rega (2,1 hm³/ano), correspondendo a 33% dos consumos totais conhecidos. Considerando exclusivamente os volumes para os quais são conhecidos os destinos da água subterrânea captada, a rega corresponde a 90% dos consumos.

As captações privadas que captam nesta massa de água subterrânea distribuem-se pelos concelhos de Alcácer do Sal, Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Grândola, Montemor-o-Novo, Ourique e Vendas Novas, sendo os concelhos de Aljustrel e Ferreira do Alentejo aqueles onde se conhecem as maiores extracções.

Quadro 2.2.76 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m³/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Alcácer do Sal	22	714.612	12
Aljustrel	69	2.833.732	46
Ferreira do Alentejo	44	2.359.319	38
Grândola	21	134.651	2
Montemor-o-Novo	12	24.346	0
Ourique	5	108.800	2
Vendas Novas	3	22.450	0
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>6.197.910</b>	<b>100</b>

A maioria das captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastece menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

As extracções totais estimadas para esta massa de água subterrânea, incluindo a rega, o abeberamento de gado, o consumo privado, a indústria e o turismo, são de 18,61 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 16% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

#### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.77 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado

<b>Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		117,6
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		1,44
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		119,04
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		23,81
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	6,42
	Estimadas	18,61
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>88,81</b>
	<b>Estimado</b>	<b>76,62</b>





formações pode surgir em casos muito pontuais e associado à fracturação, alteração e ocorrência de filões e filonetes de quartzo de exsudação. O aumento da permeabilidade dos maciços rochosos reflecte-se nos valores de produtividade. A presença de bancadas de grauvaque competentes e possuidoras de fracturação funciona como locais de escoamento preferencial e onde surgem alguns furos com caudais interessantes.

O Plio-Quaternário do Litoral Alentejano é constituído essencialmente por rochas detríticas (areias, arenitos e cascalheiras e ainda pequenas áreas de argilas e margas) e apresenta um comportamento de aquífero poroso, com uma camada superficial de reduzida espessura (aluviões) e outra mais profunda que intersecta os níveis marinhos litorais (biocalcarenitos e arenitos).

Quadro 2.2.78 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	1 727,4
Centróide (M; P) (ETRS89)	-32503,43102; -233243,4486
Distritos abrangidos	Beja, Faro, Setúbal
Concelhos abrangidos	Almodôvar, Monchique, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém, Silves
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 535, 536, 544, 545, 546, 552, 553, 554, 555, 560, 561, 562, 563, 564, 568, 569, 570, 571, 572, 577, 578, 579, 580
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 45A, 45B, 45C, 45D, 46C, 49A, 49B, 50A
Unidades aquíferas principais	Formação detrítica do Plio-Quaternário do Litoral Alentejano

### 2.2.1.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área que drena para a massa de água Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (1.727,4 km<sup>2</sup>) é igual à área da própria massa de água. A área de drenagem desta massa de água engloba toda a bacia hidrográfica do rio Mira.

A área em estudo é dominada pelo Grupo Flysch do Baixo Alentejo, especialmente pela Formação de Mira havendo apenas outras litologias na faixa da bacia próxima da orla costeira onde são importantes as areias, arenitos e cascalheiras do litoral do Baixo Alentejo.

Seguidamente apresenta-se uma pequena síntese acerca dos principais estratos que cobrem a área de drenagem:

- A **Formação de Mértola (Carbónico)** é uma sequência turbidítica constituída por grauvaques, pelitos e alguns conglomerados intercalados. Os conglomerados podem ser do tipo organizado ou desorganizado enquanto os siltitos e pelitos mostram-se finamente estratificados. Além destas fácies são ainda conhecidos raros olistolitos, “slumps” e filões clásticos.
- A **Formação de Mira (Carbónico)** tem também características turbidíticas, com dominância de turbiditos finamente estratificados com baixa relação areia/argila. No contacto com a formação de Mértola os turbiditos voltam a ser mais espessos e grosseiros (Oliveira *et al.*, 1984).
- **Areias, arenitos e cascalheira do litoral do Baixo Alentejo (Plio-Quaternário)** – a sul do rio Mira, a planície litoral apresenta diversos degraus inclinados para o mar. A plataforma plio-pleistocénica situa-se entre 120 e 150 m de altitude. Em geral a sucessão dos depósitos dos planaltos é a seguinte: areias modernas eolizadas com crosta aliótica na base; cascalheiras quartzosas; areias vermelhas e cascalheira quartzosas assentando sobre substrato carbónico (Zbyszewski, in Oliveira *et al.*, 1984).

As duas famílias de solos mais importantes compõem 75% da área em estudo. São elas os **Litossolos dos Climas de Regime Xérico, de xistos ou grauvaques (Ex)** e os **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Normais, de xistos ou grauvaques (Px)**. Estes solos da mesma forma que as rochas do Grupo Flysch do Baixo Alentejo dominam quase toda a área de drenagem exceptuando-se a faixa oeste onde existe uma maior diversidade de solos.

As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira são as seguintes: Rio Mira (13%); Albufeira Santa Clara (10%); Ribeira de Torquines (8%) e Ribeira de Torgal (8%).

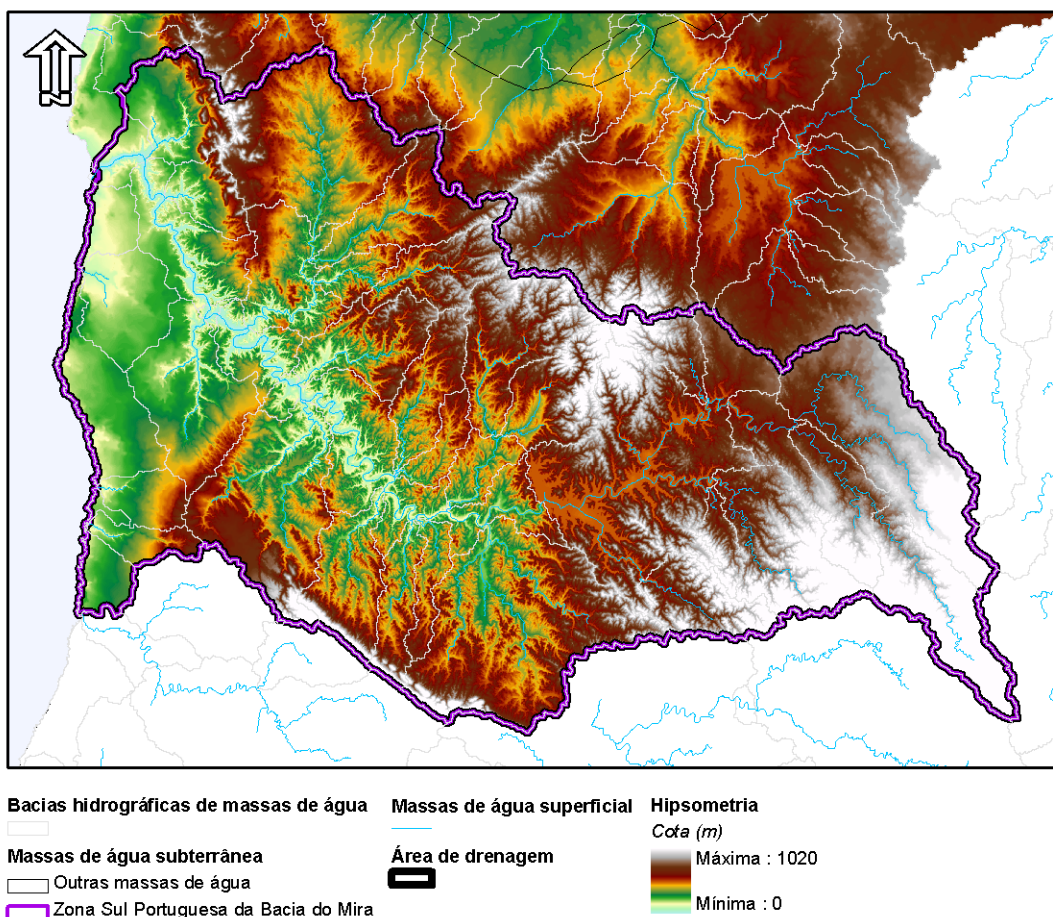


Figura 2.2.16 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.79 – Características da área de drenagem da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	1.727,4
Geologia	Formação de Mira: xistos, siltitos e grauvaques finos em leitos (Grupo do Flysch do Baixo Alentejo) (65%); Areias, arenitos e cascalheiras do litoral do Baixo Alentejo (13%)

Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	
Solos	Ex (64%); Px (11%)
Massas de água superficiais	Rio Mira; Ribeira do Torgal; Ribeira de Torquines; Albufeira Santa Clara

### 2.2.7.3. Características hidroquímicas

A caracterização hidroquímica da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira é feita:

- para a totalidade da massa de água subterrânea
- para o aquífero Plio-Quaternário sobreposto

#### A. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira – totalidade da massa de água subterrânea

Para a caracterização deste sector da massa de água subterrânea foram utilizados dados de 137 pontos de água, 95 com dados de CE e 77 com dados dos iões principais, que permitiram a classificação hidroquímica da sua fácies.

O diagrama de Piper (Figura II.1.57 no Anexo II.1) mostra que as águas são caracteristicamente cloretadas-sódico-magnesianas. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.58 no Anexo II.1), que o cloreto e o sódio apresentam as medianas mais elevadas de entre todos os iões.

Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.59 no Anexo II.1), verifica-se que a classe 500-1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é claramente a mais representada. A mediana, para a totalidade da amostragem, é de 899  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.60 no Anexo II.1) mostra que a maior concentração de valores se situa nas classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>, com alguns pontos mais isolados nas classes C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>4</sub>. Há portanto fundamentalmente amostras com risco de alcalinização baixo e risco de salinização entre o médio e o muito elevado.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por três pontos, no qual foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, azoto amoniacal, sulfato, cloreto, manganês, cobre e zinco, entre 2007 e 2008 num ponto e apenas em 2009 é feita a monitorização das três captações.

Como esta massa de água subterrânea apresenta escassez de dados, não é possível tirar conclusões sobre a dispersão de possíveis contaminantes, nem dos parâmetros químicos. No entanto é possível verificar ao longo dos tempos variações em alguns parâmetros, chegando mesmo a verificar-se que alguns metais pesados (cobre, ferro dissolvido e manganês) apresentam valores superiores ao VMA.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados considerados para esta massa de água foi de 137, incluindo um total de 95 dados de CE e 77 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.8o).

O diagrama de Piper (Figura II.2.42 no Anexo II.2) mostra que as águas mais superficiais são caracteristicamente cloretadas-sódicas, e que as captadas a maior profundidade são cloretadas-sódico-magnesianas, ou seja, há uma ligeira alteração das fácies, com evolução de águas mais cloretadas-sódicas nos primeiros metros para águas mais sódico-magnesianas nas águas mais profundas. Tanto nesse como no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.43 no Anexo II.2) das águas recolhidas em captações mais superficiais e em captações mais profundas, é possível observar que as amostras apresentam diferença significativa na mediana das suas fácies. Também no que respeita aos dados de CE, os valores medianos para as duas populações amostradas apresentam um grau de mineralização muito mais acentuado para as águas mais profundas (967  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) quando comparadas com as águas mais superficiais (610  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (ver Quadro 2.2.8o), o que também é visível no gráfico profundidade versus CE (Figura II.2.44 no Anexo II.2), embora este não mostre qualquer tendência, crescente ou decrescente, da mineralização, com o aumento de profundidade das captações.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.45 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, embora se note a grande predominância de valores de águas mais profundas em relação às mais superficiais na parte final do gráfico, ou seja, para valores maiores de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água subterrânea apresenta uma tendência clara para uma estratificação no que respeita quer às fácies das suas águas (mais cloretada-sódica a nível dos pontos de água mais superficiais e mais cloretada-sódico-magnesianas nos pontos de água mais profundos), quer em relação ao seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados.

Quadro 2.2.80 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	16	610,0	11	86,6	125,0	52,0	13,5	56,3	1,13	21,0	Cl-Na
Prof	79	967,0	66	190,0	158,1	70,0	30,0	79,0	1,58	34,8	Cl-Na-Mg

#### B. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira – Plio-Quaternário do Litoral Alentejano

Para a caracterização deste sector da massa de água subterrânea foram utilizados dados de 7 pontos de água, 5 com dados de CE e 5 com dados dos iões principais, os quais, embora pouco representativos, permitiram uma classificação hidroquímica da sua fácies.

O diagrama de Piper (Figura II.1.61 no Anexo II.1) mostra que as águas são fundamentalmente cloretadas-sódicas. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.62 no Anexo II.1), que o sódio e o cloreto apresentam as medianas mais elevadas, entre todos os iões.

Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.63 no Anexo II.1), verifica-se que as 5 amostras estão divididas em 5 classes distintas, as classes 0-500, 500-1.000, 1.000-1.500, 1.500-2.000 e 4.000-4.500 µS/cm. A mediana, para as 5 amostras, é de 1 161 µS/cm.

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.64 no Anexo II.1) mostra uma grande dispersão entre as 5 amostras, representadas nas classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>2</sub> e C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>. Há portanto amostras com risco de alcalinização baixo a alto e com risco de salinização médio a muito elevado.

#### Estratificação hidroquímica vertical

O número de pontos inventariados considerados para este aquífero foi de 7, incluindo um total de 5 dados de CE e 5 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.81), um número de valores que não permite a análise da estratificação das suas águas, pela pouca representatividade desse número.

A análise possível aos resultados das análises dos 2 pontos de água captados mais superficialmente e aos 3 resultados das análises dos 3 pontos com captações mais profundas (Figura II.2.46 no Anexo II.2), com representatividade muito baixa portanto, mostra uma fácies mediana (Figura II.2.47 no Anexo II.2) para as águas mais superficiais cloretada-mista (Na-Mg-Ca) e uma fácies cloretada-sódica para as águas das captações mais profundas.

O gráfico Profundidade-CE (Figura II.2.48 no Anexo II.2), também apenas com 5 dados, aparenta um forte aumento de mineralização em profundidade, mas esta conclusão não pode ser considerada, em face do reduzido número de dados disponíveis.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, com um número tão reduzido de dados, não é possível tirar qualquer conclusão quanto à possível estratificação ou não das águas deste aquífero.

Quadro 2.2.81 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (aquífero do Plio-Quaternário)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	μS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	2	683,5	2	88,5	109,0	89,0	28,1	54,5	26,5	21,9	Cl-Na-Mg-Ca
Prof	3	1522,0	3	131,0	445,0	165,0	18,8	217,5	2,30	21,8	Cl-Na

#### 2.2.7.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

No âmbito do presente plano foi identificado sobre a massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira um aquífero designado por Plio-Quaternário da Bacia do Mira.

Quanto ao **aquífero do Plio-Quaternário**, da parte que drena da bacia do Mira, a precipitação média anual é de 628 mm/ano. Considerando que a taxa de recarga é de **10% da precipitação** implica numa recarga de **11,51 hm<sup>3</sup>/ano** para uma área de drenagem de 183,3 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas neste aquífero foram de 733,13 hm<sup>3</sup>. Os volumes de retorno de rega associados a águas superficiais foram estimados em 0,21 hm<sup>3</sup>/ano. Note-se que este aquífero assenta sobre as rochas xistentas da Zona Sul Portuguesa, neste âmbito não foi considerada a existência de ligação hidráulica entre a formação detrítica e a metamórfica.

Relativamente à **restante parte da massa de água subterrânea** verifica-se que esta possui uma recarga anual média de **5% da precipitação média anual** (649 mm/ano). A área desta parte da massa de água subterrânea em estudo é de cerca de 1.544,1 km<sup>2</sup>. Na totalidade os recursos renováveis anuais são da ordem dos **50,43 hm<sup>3</sup>**. As reservas estimadas foram de **247,1 hm<sup>3</sup>**. Já os volumes de retorno de rega foram estimados em 0,01 hm<sup>3</sup>/ano.

Por fim, considerando a **massa de água subterrânea como um todo**, com cerca de 1.727,4 km<sup>2</sup> (com a inclusão do aquíferos Plio-Quaternário e a parte restante), verifica-se que possui uma taxa de recarga



ponderada, em função dos sistemas aquíferos presentes, de cerca de **5,5%**. Tal taxa implica uma recarga de **61,47 hm<sup>3</sup>/ano** (35,59 mm/ano). As reservas subterrâneas estimadas foram de 980,2 hm<sup>3</sup>.

Os volumes totais de retorno de rega foram estimados em 0,13 hm<sup>3</sup>/ano, pelo que se considerou que a **recarga média global a longo prazo** é igual à recarga natural, ou seja, 61,6 hm<sup>3</sup>/ano.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea (12,32 hm<sup>3</sup>/ano) os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **49,28 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.82 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	1 727,4
Precipitação média anual (mm)	647
Recarga natural média anual (mm)	35,59
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	61,47
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	61,6
Taxa de recarga média (%)	5,5
Reservas (hm <sup>3</sup> )	980,2
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (mm/ano)	49,28

Quadro 2.2.83 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (aquífero do Plio-Quaternário)

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira (aquífero do Plio-Quaternário)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	183,3
Precipitação média anual (mm)	628
Recarga natural média anual (mm)	62,8
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	11,51
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	11,72
Taxa de recarga média (%)	10
Reservas (hm <sup>3</sup> )	733,13
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (mm/ano)	9,38

### 2.2.7.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

As principais direcções de fluxo são Nordeste, de Odemira para o rio Mira e para Sudoeste a partir da serra Algarvia. Existe conexão hidráulica entre a parte superficial da Planície litoral Alentejana e a rede hidrográfica, de um modo directo, quando a linha de água intersecta a área, ou de modo indirecto, através das aluviões.

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Sobre os aspectos de dependência da massa de água subterrânea com os cursos de água superficiais, não existe informação concreta na bibliografia consultada, no entanto pode verificar-se (Desenho 2.2.2 – ecossistemas aquáticos e terrestres associados) que os corgos do Porto da Mó e Ponte Quebrada, rio Mira a jusante da barragem de Santa Clara, rio Mira – WB1, 2 e 3 estão relacionados com a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira.

No entanto, e considerando que o escoamento geral desta massa de água subterrânea se faz no sentido do rio Mira (assumindo direcções de Nordeste), é possível que as descargas da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira contribuam para o caudal de base deste rio. Contudo não são actualmente conhecidos caudais ou volumes de descarga.

No âmbito do presente plano foram também identificadas sete lagoas temporárias cujo aparecimento está associado ao armazenamento de água nos depósitos detríticos que cobrem o substrato rochoso que suporta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira. Estas lagoas localizam-se na Zambujeira do Mar (Odemira), Almodôvar, São Teotónio (Odemira) e Vila Nova de Mil Fontes (Odemira).

Quadro 2.2.84 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>	
Ecosistemas aquáticos	Corgo do Porto da Mó e Ponte Quebrada, Rio Mira, Lagoa temporária na Zambujeira do Mar, Almodôvar, São Teotónio e Vila Nova de Mil Fontes
Ecosistemas terrestres	Na dependência das linhas de água (3) e das lagoas temporárias (7)
Fluxos de transferência	----

## 2.2.7.6. Extracções e balanço hídrico

### A. Volumes consumidos conhecidos

Os volumes de água subterrânea consumida na massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira são aproximadamente 11,02 hm<sup>3</sup>/ano, sendo distribuída em 95% por utilizadores privados e 5% por públicos.

Este volume corresponde a 18% da recarga média a longo prazo da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira, excluindo as extracções efectuadas na massa de água subterrânea Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda (considerando estas extracções corresponderá a 14% do total), e representam 18% dos consumos totais conhecidos nas massas de água subterrânea sob gestão da RH6.

As 77 captações destinadas ao abastecimento público extraem no seu conjunto aproximadamente 0,17 hm<sup>3</sup>/ano e asseguram as necessidades de 5.958 pessoas dos concelhos de Almodôvar, Odemira, Ourique e Santiago do Cacém. Dos consumos efectuados em captações subterrâneas destinadas ao abastecimento público destacam-se as extracções efectuadas no concelho de Odemira (71% do total).

Quadro 2.2.85 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Almodôvar	14	10.058	6	1.146
Odemira	33	121.024	71	4.200
Ourique	27	23.580	14	345
Santiago do Cacém	3	15.048	9	267
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>169.710</b>	<b>100</b>	<b>5.958</b>

A rega é o principal utilizador de água subterrânea extraída em captações privadas instaladas na massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira, consumindo aproximadamente 2,3 hm<sup>3</sup>/ano (21% do total dos consumos da massa de água subterrânea e 98% dos consumos privados com indicação do destino conferido às águas subterrâneas captadas).

No Quadro 2.2.86 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações privadas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.86 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Almodôvar	89	409.373	4
Odemira	408	9.215.586	85
Ourique	106	1.181.528	11
Santiago do Cacém	21	43.215	0
<b>Total</b>	<b>624</b>	<b>10.849.701</b>	<b>100</b>

A maioria das captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastece menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 22,6 hm<sup>3</sup>/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas.

O consumo estimado para rega somado ao do abastecimento público é de 22,77 hm<sup>3</sup>/ano, uma vez que o volume de água utilizado para consumo humano ronda os 0,17 hm<sup>3</sup>/ano. Assim, este volume corresponde a cerca de 37% do volume de recarga anual médio estimado para esta massa de água subterrânea.

As extracções totais estimadas para esta massa de água subterrânea, incluindo a rega, o abeberamento de gado, o consumo privado, a indústria e o turismo, são de 30,86 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 50% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

Em termos de abastecimento público, verifica-se que a sua utilização é muito incipiente.

Considera-se que a exploração dos recursos hídricos subterrâneos associados à massa de água subterrânea de Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira pode ser intensificada, embora de modo racional para não colocar em causa a sustentabilidade do uso das suas águas. De facto, as extracções actualmente conhecidas representam apenas 18% da recarga a longo prazo estimada para esta massa de água subterrânea.

O volume de extracção anual médio que levaria à identificação de uma situação de risco quantitativo corresponderia a cerca de 55 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, 90% do escoamento anual médio, que corresponde a um valor a menos do dobro do volume de extracção anual médio que se estima ser praticado actualmente.

No entanto, dada a circunstância de existir um elevado grau de incerteza, relativamente aos consumos de água subterrânea actualmente suportados por esta massa de água subterrânea e, também ao facto de esta ser vulnerável à contaminação provocada por nitratos de origem agrícola, é necessário definir medidas para inverter os problemas qualitativos existentes e compreender a sua relação com a hidrodinâmica do sistema.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.87 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		61,47
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0,13
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		61,60
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		12,32
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	11,02
	Estimadas	30,86
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>38,26</b>
	<b>Estimado</b>	<b>18,42</b>

## 2.2.8. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (A0zIRH6)

### 2.2.8.1. Localização e limites das massas de água subterrâneas

Esta massa de água subterrânea foi estudada por Pereira *et al.* (1992), Lobo-Ferreira *et al.* (1995) e PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999).

Esta massa de água subterrânea (2.112,9 km<sup>2</sup>) corresponde a formações de natureza xistenta e ígnea, inseridas na unidade hidrogeológica do Maciço Antigo. No PBH do Sado, devido ao pouco interesse e dimensão, em termos hidrogeológicos, das formações geológicas presentes nesta região, não se encontra identificado nenhum aquífero. No entanto, no âmbito deste plano, foi identificada nesta massa de água subterrânea um aquífero designado pelo Plio-Quaternário da Bacia do Sado.

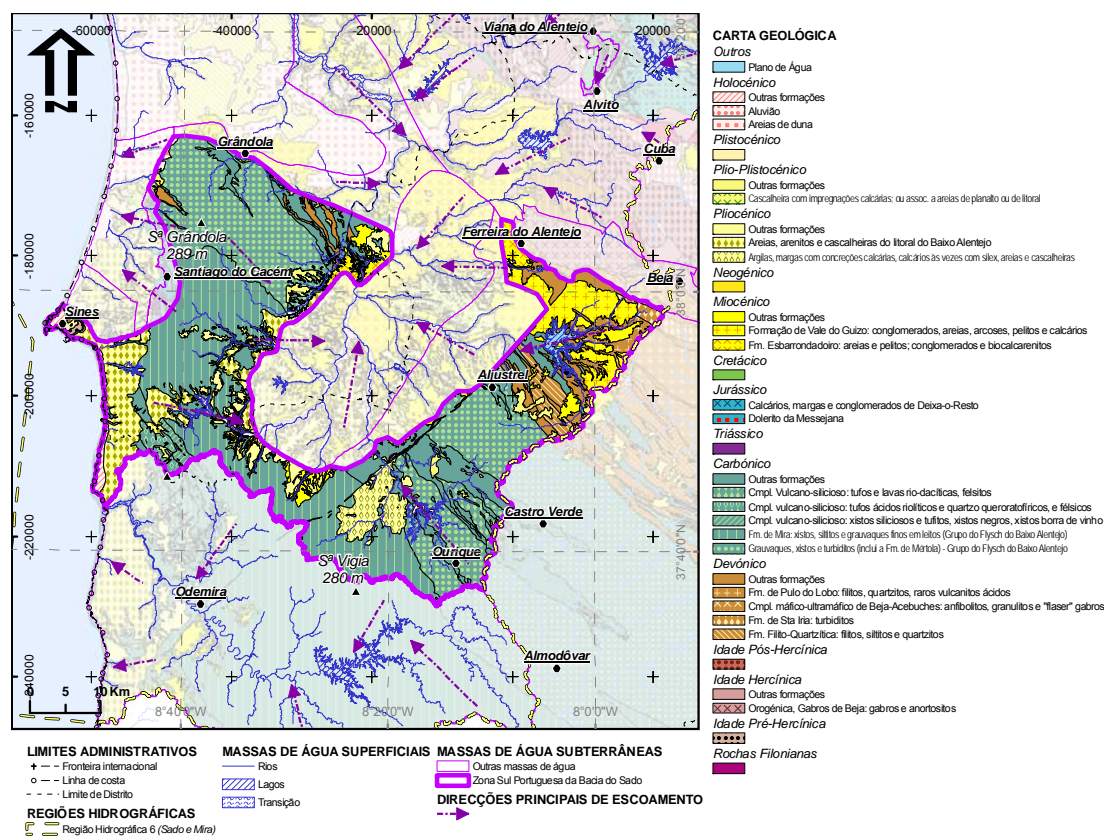


Figura 2.2.17 Geologia da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

As formações do Plio-Quaternário são essencialmente constituídas por níveis marinhos do litoral (Miocénico), que são constituídos por biocalcarenítos e arenitos, apresentando uma gradação positiva da base para o topo e distribuem-se por uma área de 98,4 km<sup>2</sup>.

Quadro 2.2.88 – Características gerais para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>	
Unidade Hidrogeológica	Maciço Antigo
Área total (km <sup>2</sup> )	2.112,9
Centróide (M; P) (ETRS89)	-24586,69388; -197045,2056
Distritos abrangidos	Beja, Setúbal
Concelhos abrangidos	Aljustrel, Beja, Castro Verde, Ferreira do Alentejo, Grândola, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém, Sines
Carta Militar (escala 1:25 000)	Folhas 494, 495, 505, 506, 507, 515a, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 526, 527, 529, 530, 531, 535, 536, 537, 538, 539, 544, 545, 546, 547, 548, 554, 555, 563
Carta Geológica de Portugal (escala 1:50 000)	Folhas 42A, 42B, 42C, 42D, 43C, 45A, 45B, 45D, 46A
Unidades aquíferas principais	Formação do Plio-Quaternário do Litoral Alentejano

### 2.2.8.2. Características dos estratos que cobrem a área de drenagem que alimenta as massas de águas subterrâneas

A área que drena para a massa de água Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (3.404,8 km<sup>2</sup>) é superior à área da própria massa de água (2.112,9 km<sup>2</sup>).

Em termos litológicos a área de drenagem é dominada pelo Grupo Flysch do Baixo Alentejo (Formação de Mértola e Formação de Mira). Outras litologias também importantes são a Formação de Esbarradoiro que predomina na zona central da área em estudo e as areias, arenitos e cascalheiras do Litoral do Baixo Alentejo que predominam na zona Oeste.

Seguidamente apresenta-se uma pequena síntese acerca dos principais estratos que cobrem a área de drenagem:

- A **Formação de Mértola (Carbónico)** é uma sequência turbidítica constituída por grauvaques, pelitos e alguns conglomerados intercalados. Os conglomerados podem ser

do tipo organizado ou desorganizado enquanto os siltitos e pelitos mostram-se finamente estratificados. Além destas fácies são ainda conhecidos raros olistolitos, “slumps” e filões clásticos.

- A **Formação de Mira (Carbónico)** tem também características turbidíticas, com dominância de turbiditos finamente estratificados com baixa relação areia/argila. No contacto com a formação de Mértola os turbiditos voltam a ser mais espessos e grosseiros (Oliveira *et al.*, 1984).
- A **Formação do Esbarrondadoiro** do Miocénico cobre a maior parte da área de drenagem. Destaca-se a sua constituição por uma sucessão de bancadas métricas, homogéneas, tabulares com grande extensão lateral, de natureza areno-argilosa, ocorrendo desde areias médias com espessuras centimétricas, até espessas argilas homogéneas (Pimentel in ERSHA, 2001). Considerando a heterogeneidade já descrita e a natureza das litologias as porosidades associadas poderão assumir valores muito variáveis. Utilizando os valores de porosidade eficaz propostos por Hidroprojecto *et al.* (1999) estes poderão variar de 0% para argilas até 35% para areias.
- O conjunto de depósitos designados por **Areias, Arenitos e Cascalheira do Litoral do Baixo Alentejo (Plio-Quaternário)** a Sudoeste de Santiago do Cacém correspondem a areias alaranjadas e avermelhadas com pequenas lascas de xistos. Mais a Sudoeste, os depósitos carregam-se de calhaus rolados. A Norte de Odemira trata-se de um depósito situado à cota de 148 m e constituído na base por areias vermelhas com níveis alióticos, cobertas por cascalheiras castanhas de ranha. Em geral a sucessão dos depósitos dos planaltos é a seguinte: areias modernas eolizadas com crosta aliótica na base; cascalheiras quartzosas; areias vermelhas e cascalheira quartzosas assentando sobre substrato carbónico (Zbyszewski, in Oliveira *et al.*, 1984).

As três famílias de solos mais abundantes perfazem 40% da área de drenagem. Da mesma forma que na massa de água anterior as duas famílias de solos mais importantes são os **Litossolos dos Climas de Regime Xérico, de xistos ou grauvaques (Ex)** e os **Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários, Normais, de xistos ou grauvaques (Px)**. Estes solos estão estritamente associados aos afloramentos das litologias do Grupo Flysch do Baixo Alentejo. Os **Solos Mediterrâneos, Vermelhos ou Amarelos, de Materiais Não Calcários (Sr)** correspondem à terceira família mais importante. Estes solos encontram-se associados aos depósitos detríticos cenozóicos mas também a outras litologias como a Formação do Pulo do Lobo.



As principais bacias de drenagem integradas na área de drenagem para a massa de água Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado são as seguintes: Rio Sado (8%); Ribeira da Figueira (7%); Ribeira de São Domingos (6%) e Ribeira da Corona (5%).

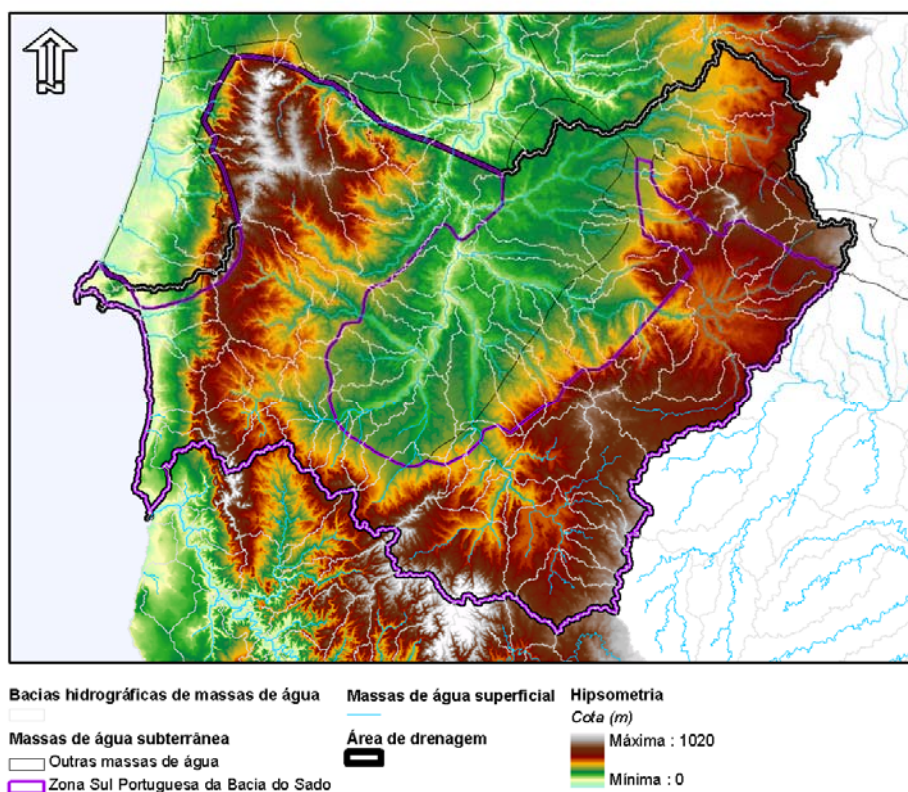


Figura 2.2.18 – Área de drenagem que alimenta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

O quadro seguinte sumaria as famílias de solos e as formações geológicas mais representativas na área de drenagem. Apresentam-se ainda as massas de água superficial de maior importância regional que drenam para a área de recarga da massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.89 – Características da área de drenagem da massa de água da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>	
Área da bacia de drenagem (km <sup>2</sup> )	3.404,8
Geologia	Grauvaques, xistos e turbiditos (inclui a Formação de Mértola) - Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (18%); Formação de Mira: xistos, siltitos e grauvaques finos em leitosos – Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (15%);

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>	
	Formação Esbarrondadoiro: areias e pelitos; conglomerados e biocalcarenitos (14%); Areias, arenitos e cascalheiras do litoral do Baixo Alentejo (10 %)
Solos	Ex (18%); Px (14%); Sr (8%)
Massas de água superficial	Rio Sado; Ribeira da Figueira; Ribeira de São Domingos; Ribeira da Corona

### 2.2.8.3. Características hidroquímicas

A caracterização hidroquímica da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado é feita:

- para a totalidade da massa de água subterrânea
- para o aquífero Plio-Quaternário sobreposto

#### A. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado – totalidade da massa de água subterrânea

Para a caracterização desta massa de água subterrânea foram utilizados dados de 424 pontos de água, 267 com dados de CE e 130 com dados dos iões principais, que permitiram a classificação hidroquímica da sua fácies.

O diagrama de Piper (Figura II.1.65 no Anexo II.1) mostra que as águas são caracteristicamente cloretadas-bicarbonatadas-mistas, mas com componente sódico-magnésiana mais evidente no que respeita aos catiões. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.66 no Anexo II.1), que o sódio apresenta a mediana mais elevada entre todos os iões.

Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.67 no Anexo II.1), verifica-se que a classe 500-1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  é a mais representada, mas que a classe 0-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  se encontra praticamente ao mesmo nível. A mediana, para a totalidade da amostragem, é de 766  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.68 no Anexo II.1) mostra que a maior concentração de valores se situa nas classes C2S1 e C3S1, com alguns pontos mais isolados nas classes C1S1, C4S1, C2S2, C3S2, C4S2 e C4S3. Há portanto fundamentalmente amostras com risco de alcalinização baixo, embora algumas atinjam risco médio a elevado. Quanto ao risco de salinização, vai do baixo a elevado, com mais de uma dezena de amostras com risco de salinização muito elevado.

A rede de monitorização de qualidade da ARH Alentejo, para esta massa de água subterrânea, é composta por apenas um ponto, no qual foram monitorizados os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade eléctrica, nitrato, Azoto amoniacal, sulfato, bicarbonato, cloreto, cálcio, magnésio, sódio, potássio, manganês, ferro dissolvido, cobre e zinco, entre 2000 e 2008

Como esta massa de água subterrânea apresenta escassez de dados, não é possível tirar conclusões sobre a dispersão de possíveis contaminantes. No entanto é possível verificar ao longo dos tempos variações em alguns parâmetros, chegando mesmo a verificar-se que alguns metais pesados (ferro dissolvido e manganês) apresentam valores superiores ao VMA.

### **Estratificação hidroquímica vertical**

O número de pontos inventariados considerados para esta massa de água subterrânea foi de 424, incluindo um total de 266 dados de CE e 129 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.90).

O diagrama de Piper (Figura II.2.49 no Anexo II.2) mostra que as águas mais superficiais são caracteristicamente cloretadas-sódicas, e que as captadas a maior profundidade são bicarbonatadas-cloretadas-mistas (Na-Mg-Ca), ou seja, há uma alteração clara das fácies, com evolução de águas mais cloretadas-sódicas nos primeiros metros para águas mais bicarbonatadas e com mais contributo magnésiano-cálcico nas águas mais profundas. Tanto nesse como no diagrama de Piper das medianas (Figura II.2.50 no Anexo II.2) das águas recolhidas em captações mais superficiais e em captações mais profundas, é possível observar que as amostras apresentam diferença significativa na mediana das suas fácies.

No que respeita aos dados de CE (Figura II.2.51 no Anexo II.2), os valores medianos para as duas populações amostradas mostram um grau de mineralização muito mais acentuado para as águas mais profundas (970  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) quando comparadas com as águas mais superficiais (620  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (ver Quadro 2.2.90), o que também é visível no gráfico profundidade versus CE, embora este não mostre qualquer tendência, crescente ou decrescente, da mineralização, com a maior profundidade das captações.

O gráfico com os valores globais de CE (Figura II.2.52 no Anexo II.2) mostra que os valores crescentes de CE se vão intercalando entre as águas captadas mais superficialmente e as águas captadas a maior profundidade, embora se note a grande predominância de valores de águas mais profundas em relação às mais superficiais na parte final do gráfico, ou seja, para valores maiores de CE.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, conclui-se que esta massa de água subterrânea apresenta uma tendência clara para uma estratificação no que respeita às fácies das suas águas, que se reflecte no seu grau de mineralização, com as águas mais profundas a corresponderem aos valores de mineralização mais elevados, e na definição da sua fácies (mais cloretada-sódica a nível dos pontos de água mais superficiais e mais bicarbonatada-cloretada-mista nos pontos de água mais profundos, neste caso com ordenação catiónica Na-Mg-Ca).

Quadro 2.2.90 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	151	620,0	41	69,5	82,0	34,0	17,5	56,3	1,19	20,8	Cl-Na
Prof	115	970,0	88	187,6	107,0	50,6	45,3	70,0	0,90	31,4	HCO <sub>3</sub> -Cl-Na- Mg-Ca

#### B. Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado – Plio-Quaternário do Litoral Alentejano

Para a caracterização deste sector da massa de água subterrânea foram utilizados dados de 6 pontos de água, 3 com dados de CE e 3 com dados dos iões principais, os quais, embora pouco representativos, permitiram uma classificação hidroquímica da sua fácies.

O diagrama de Piper (Figura II.1.69 no Anexo II.1) mostra que as águas são caracteristicamente cloretadas-bicarbonatadas-sulfatadas-sódicas, com alguma tendência cálcica. Observa-se, nos diagramas de caixa e bigodes (Figura II.1.70 no Anexo II.1), que o sódio apresenta a mediana mais elevada entre todos os iões.

Quanto ao histograma dos valores de CE (Figura II.1.71 no Anexo II.1), verifica-se que as 3 amostras estão divididas em 3 classes distintas, as classes 400-500, 700-800 e 800-900 µS/cm. A mediana, para as 3 amostras, é de 780 µS/cm.

O diagrama de Wilcox (Figura II.1.72 no Anexo II.1) mostra que as 3 amostras se distribuem pelas classes C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>. Há portanto amostras com risco de alcalinização baixo e risco de salinização médio a elevado.

#### Estratificação hidroquímica vertical

O número de pontos inventariados considerados para este aquífero foi de 6, incluindo um total de 3 dados de CE e 3 dados relativos aos iões principais (ver Quadro 2.2.91), um número de valores que não permite a

análise da estratificação, até porque não há dados hidroquímicos das águas mais profundas (os 3 valores correspondem a águas captadas mais superficialmente).

O diagrama de Piper (Figura II.2.53 no Anexo II.2) mostra que as 3 amostras de água apresentam uma grande variedade hidroquímica, desde uma amostra cloretada-sódica até outra bicarbonatada-cálcica, passando por uma mais sulfatada. Como se observa no diagrama de Piper que representa a mediana (Figura II.2.54 no Anexo II.2) dos 3 valores, a mediana mostra uma fácies Cl-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Na-Mg-Ca.

Pelos dados que se conhecem, e pela análise que aqui se faz, com um número tão reduzido de dados, e sem dados de captações profundas, não é possível tirar qualquer conclusão quanto à possível estratificação ou não das águas deste aquífero.

Quadro 2.2.91 – Valores médios de condutividade e iões principais da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (aquífero do Plio-Quaternário)

Tipo	CE		Fácies	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Na	K	Mg	Fácies
	N	µS/cm	N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Sup	3	780,0	3	70,8	42,0	46,0	27,3	50,5	10,75	19,3	Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Na-Mg-Ca
Prof											

#### 2.2.8.4. Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis (incluindo a taxa de recarga média global a longo prazo)

À semelhança do que foi referido para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira, no âmbito do presente plano foi identificado sobre a massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado um aquífero constituído por formações do Plio-Quaternário.

No PBH Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999) obteve-se um valor de recarga para o Plio-Quaternário do litoral Alentejano de 276 mm/ano (27 hm<sup>3</sup>/ano, calculada pelo método de Vermeulen *et al.*, 1993, 1994), correspondente a 38% da precipitação.

No âmbito deste plano, relativamente ao aquífero do Plio-Quaternário, da parte que drena da a bacia do Sado, a precipitação média anual é de 770 mm/ano. Considerando que a taxa de recarga é de 10% implica numa recarga de **7,57 hm<sup>3</sup>/ano**, para uma área de drenagem de 98,4 km<sup>2</sup>. As reservas estimadas neste aquífero foram de 393,72 hm<sup>3</sup>. Não existem actualmente áreas regadas com águas superficiais neste

aquífero. Note-se que este aquífero assenta sobre as rochas xistentas da ZSP, neste âmbito não foi considerada a existência de ligação hidráulica entre a formação detrítica e a metamórfica.

No que respeita à **restante parte da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado** verifica-se que esta possui uma recarga anual média de **5% da precipitação média anual** (633 mm/ano). A área desta parte da massa de água subterrânea em estudo é de cerca de 2.014,5 km<sup>2</sup>. Na totalidade os recursos renováveis anuais são da ordem dos **63,76 hm<sup>3</sup>**. As reservas estimadas foram de 322,33 hm<sup>3</sup>. Por sua vez os volumes de retorno de rega foram estimados em 0,01 hm<sup>3</sup>/ano.

Consequentemente, considerando o **aquífero da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado como uma massa de água subterrânea unitária** (conjuntamente com o Plio-Quaternário e a parte restante) com cerca de 2.112,9 km<sup>2</sup>, verifica-se que possui uma taxa de recarga ponderada, em função dos sistemas aquíferos presentes, de cerca de 5,2%. Tal taxa implica numa recarga de **70,21 hm<sup>3</sup> por ano**. As reservas subterrâneas estimadas foram de 716,1 hm<sup>3</sup>.

No âmbito do presente plano foi estimado o volume de água que pode ser introduzido na massa de água subterrânea devido à rega de parcelas agrícolas com águas de origem superficial. O valor estimado é de **0,01 hm<sup>3</sup>/ano**.

Desta forma, o valor da **recarga média global a longo prazo** para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado é de **70,22 hm<sup>3</sup>/ano**.

Considerando os valores de recarga apresentados e as estimativas de descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea (14,04 hm<sup>3</sup>/ano) os recursos hídricos disponíveis são da ordem dos **56,17 hm<sup>3</sup>/ano**.

Quadro 2.2.92 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	2.112,9
Precipitação média anual (mm)	639
Recarga natural média anual (mm)	33,23
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	70,21
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	70,22
Taxa de recarga média (%)	5,2
Reservas (hm <sup>3</sup> )	716,1
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (mm/ano)	56,17

Quadro 2.2.93 – Características hidrodinâmicas para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (aquífero do Plio-Quaternário)

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado (aquífero do Plio-Quaternário)</b>	
Área de recarga (km <sup>2</sup> )	98,4
Precipitação média anual (mm)	770
Recarga natural média anual (mm)	77,0
Recarga natural média anual (hm <sup>3</sup> )	7,57
Recarga média anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> )	7,57
Taxa de recarga média (%)	10
Reservas (hm <sup>3</sup> )	393,72
Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (mm/ano)	6,06

#### 2.2.8.5. Associação a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres

As principais direcções de fluxo são de Noroeste, de Grândola para a massa de água subterrânea da Bacia de Alvalade, de Nordeste a partir de Beja e para Sudoeste a partir de Ourique. Existe conexão hidráulica entre a parte superficial da Planície litoral Alentejana e a rede hidrográfica, de um modo directo, quando a linha de água intersecta a área, ou de modo indirecto, através das aluviões.

Incluem-se nestas áreas, os locais onde se verificam condições favoráveis ao fornecimento de águas subterrâneas a ecossistemas aquáticos e terrestres, ou seja, são locais onde ocorrem transferências de águas subterrâneas que contribuem para o funcionamento de cursos de água para além do seu tempo de concentração e também a zonas de percolação ascendente de águas subterrâneas, nas quais existem áreas húmidas que podem igualmente suportar as necessidades de água associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres.

Sobre os aspectos de relação da massa de água subterrânea com os cursos de água superficiais, não existe informação concreta na bibliografia consultada, como se pode verificar no Desenho 2.2.2 (ecossistemas aquáticos e terrestres associados).

No âmbito do presente plano foram também identificadas catorze lagoas temporárias cujo aparecimento está associado ao armazenamento de água nos depósitos detríticos que cobrem o substrato rochoso que suporta a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado. Estas lagoas localizam-se

em Casével (Castro Verde), Colos (Odemira), Vila Nova de Mil Fontes (Odemira), Panóias (Ourique), Albernoa (Beja), Santa Vitória (Beja) e Mombeja (Beja).

Quadro 2.2.94 – Associação a ecossistemas aquáticos e terrestres da massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>	
Ecosistemas aquáticos	Lagoas temporárias em Casével, Colos, Vila Nova de Mil Fontes, Panóias, Albernoa, Santa Vitória e Mombeja
Ecosistemas terrestres	Na dependência das lagoas temporárias (14)
Fluxos de transferência	----

## 2.2.8.6. Extracções e balanço hídrico

### A. Volumes consumidos conhecidos

Na massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado estão actualmente instaladas 1.202 captações de água subterrânea. Os volumes de água subterrânea consumida são da ordem de 14,65 hm<sup>3</sup>/ano, sendo distribuída em 87% por utilizadores privados e 13% por públicos.

O volume de água captado nesta massa de água subterrânea corresponde a 21% da recarga a longo prazo e a 24% do volume total de água captada nas 8 massas de água subterrânea sob gestão da ARH Alentejo. Considerando também o volume de água extraído na massa de água subterrânea Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda em captações localizadas na RH6, as captações na massa de água subterrânea Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado correspondem a 18% do volume total extraído.

As captações de abastecimento público satisfazem as necessidades de água de populações dos concelhos de Aljustrel, Beja, Castro Verde, Grândola, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém e Sines. A Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Beja, E.M. (EMAS) possui também no concelho de Beja uma captação.



Quadro 2.2.95 – Consumos conhecidos em captações públicas, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>				
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>	<b>População abastecida (hab)</b>
Aljustrel	6	403.200	21	1.169
Beja	1	s.i.	s.i.	750
Castro Verde	1	37.800	2	404
Grândola	2	21.312	1	190
Odemira	24	118.308	6	4.006
Ourique	49	521.702	27	6.093
Santiago do Cacém	33	525.960	28	18.960
Sines	6	291.312	15	4.508
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>1.919.594</b>	<b>100</b>	<b>36.080</b>

À semelhança do que acontece com todas as massas de água subterrânea a rega constitui o destino principal para as águas subterrâneas extraídas, correspondendo a 35% dos volumes totais captados.

No Quadro 2.2.96 apresentam-se os volumes captados nos concelhos em que existem captações privadas instaladas nesta massa de água subterrânea.

Quadro 2.2.96 – Consumos privados conhecidos, por concelho, na massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Aljustrel	69	1.612.086	13
Beja	61	2.247.360	18
Castro Verde	26	3.537.493	28
Ferreira do Alentejo	16	101.801	1
Grândola	155	475.419	4
Odemira	139	1.025.787	8
Ourique	240	1.749.579	14
Santiago do Cacém	290	1.818.274	14

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>			
<b>Concelho</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Volume captado (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>% do volume captado</b>
Sines	84	164.134	1
<b>Total</b>	<b>1.080</b>	<b>12.731.933</b>	<b>100</b>

A maioria das captações de água subterrânea do domínio privado actualmente inventariadas abastece menos de 50 pessoas.

#### B. Volumes consumidos estimados

O volume total de rega estimado para esta massa de água subterrânea, utilizando o cálculo de áreas regadas obtido do mapa de uso do solo CORINE Land Cover (2006) é de 9,20 hm<sup>3</sup>/ano, de acordo com as diferentes dotações empregues para as espécies regadas.

O consumo estimado para rega somado ao do abastecimento público é de 11,12 hm<sup>3</sup>/ano, uma vez que o volume de água utilizado para consumo humano rondam os 1,92 hm<sup>3</sup>/ano. Assim, este volume corresponde a cerca de 16% do volume de recarga anual médio estimado para esta massa de água subterrânea.

As extracções totais estimadas para esta massa de água subterrânea, incluindo a rega, o abeberamento de gado, o consumo privado, a indústria e o turismo, são de 18,64 hm<sup>3</sup>/ano. Estas extracções correspondem a 27% da recarga a longo prazo desta massa de água subterrânea.

Em termos de abastecimento público, verifica-se que a sua utilização é muito variada e bastante dependente das massas de água subterrâneas, nomeadamente os aglomerados mais pequenos.

Considera-se que a exploração dos recursos hídricos subterrâneos associados à massa de água subterrânea de Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado pode ser intensificada, embora de modo racional para não colocar em causa a sustentabilidade do uso das suas águas. De facto, as extracções actualmente conhecidas representam apenas 21% da recarga a longo prazo estimada para esta massa de água subterrânea.

O volume de extracção anual médio que levaria à identificação de uma situação de risco quantitativo corresponderia a cerca de 63 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, 90% do escoamento anual médio, que corresponde a um valor a mais do triplo do volume de extracção anual médio que se estima ser praticado actualmente.

No entanto, dada a circunstância de existir um elevado grau de incerteza, relativamente aos consumos de água subterrânea actualmente suportados por esta massa de água subterrânea e, também ao facto de esta ser vulnerável à contaminação provocada por nitratos de origem agrícola, é necessário definir medidas para inverter os problemas qualitativos existentes e compreender a sua relação com a hidrodinâmica do sistema.

### C. Balanço

Deste modo, considerando as entradas e saídas da massa de água subterrânea apresenta-se seguidamente o balanço hídrico.

Quadro 2.2.97 – Balanço hídrico para a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da bacia do Sado

<b>Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado</b>		
<b>Entradas</b>		
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)		70,21
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)		0,01
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)		70,22
<b>Saídas</b>		
Descargas para os ecossistemas aquáticos e terrestres (hm <sup>3</sup> /ano)		14,04
Extracções (hm <sup>3</sup> /ano)	Conhecidas	14,65
	Estimadas	18,64
<b>Balanço Hídrico (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Conhecido</b>	<b>41,53</b>
	<b>Estimado</b>	<b>37,54</b>

## 2.2.9. Caracterização aprofundada das massas de água em situação de risco

### 2.2.9.1. Massas de água em risco

No âmbito do relatório do Artigo 5.º da DQA (INAG, 2005), e tendo por base os princípios definidos no Documento Guia n.º 3 (2003), foi desenvolvida uma primeira metodologia de avaliação do risco de cumprimento dos diferentes objectivos estipulados para as massas de água subterrânea atingirem o bom estado quantitativo e químico.

A classificação preliminar das massas de água subterrânea em termos de risco de cumprimento dos referidos objectivos resultou da aplicação dos seguintes critérios:

- **fontes de poluição difusa (actividade agrícola - culturas passíveis de adubação)** – mais de 40% área da massa de água subterrânea sujeita a adubação e existe impacto comprovado da actividade agrícola;
- **fontes de poluição pontual (indústrias, depósitos de resíduos e lixeiras)** - os objectivos de qualidade são ultrapassados, em qualquer ponto de monitorização e para qualquer um dos parâmetros analisados;
- **extracções (abastecimento público e privado, agricultura, indústria)** – volume extraído é superior a 90% da recarga e existe impacto comprovado na descida dos níveis piezométricos.

Foram identificadas, nas regiões hidrográficas de Portugal Continental, 27 massas de água com pressões significativas para fontes de poluição tópica, 62 com pressões significativas para fontes de poluição difusa e 21 com pressões significativas em termos de captações de água. Destas, apenas 6 foram identificadas como estando em risco, sendo as principais pressões em 5 destas resultantes de fontes de poluição difusa e apenas 1 resultante da pressão por captação de água. Na RH6 não foi identificada nenhuma massa de água subterrânea em risco.

Sempre que a informação disponível não permitiu classificar a massa de água subterrânea como estando ou não em risco, e se justificassem estudos mais aprofundados, as massas de água foram classificadas em dúvida. Nesta situação encontravam-se 22 massas de água em Portugal Continental, pois apresentavam sinais de alteração de qualidade e/ou quantidade da água, mas face à escassez de dados, não foi possível identificar tendências. Para a região hidrográfica do Sado e Mira (RH6), foram identificadas duas massas de água em dúvida (Sines e Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado).

Posteriormente, e considerando os mesmos critérios que em 2005, foi efectuada pelo INAG (2006a) nova reavaliação do risco. Chegou-se à conclusão que 5 massas de água das regiões hidrográficas do Sado e

Mira (RH6) eram afectadas por pressões difusas, 2 tinham pressão tópica e nenhuma apresentava pressão pela extracção. No entanto, na RH6 continuou a não ser identificada nenhuma massa de água subterrânea em risco.

Tendo por base a informação compilada no âmbito do PGBH da RH6 efectuou-se, uma actualização da classificação já efectuada para as massas de água subterrânea identificadas pelo INAG, quer uma reavaliação da classificação daquelas que foram classificadas como estando em dúvida. Os critérios para esta classificação são os mesmos que foram aplicados pelo INAG em 2005 e em 2006.

Quadro 2.2.98 – Critérios para a classificação das massas de água subterrânea

Massa de água subterrânea	% da área da massa de água subterrânea sujeita a adubação	nº de pressões pontuais	% volume extraído conhecido relativamente à recarga
Bacia de Alvalade	43	29	4
Sines	22	20	14
Viana do Alentejo-Alvito	18	0	15
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	32	106	16
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	21	23	3
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	32	41	6
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	20	140	19
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	29	163	21

A reavaliação do risco efectuada permitiu chegar às seguintes conclusões:

- a massa de água subterrânea de **Sines** passou a ser classificada como estando em risco. A massa de água subterrânea de Sines apresenta problemas de contaminação industrial em resultado da pressão pontual exercida pela actividade associada à Zona Industrial e Logística de Sines. A massa de água subterrânea apresenta indícios de contaminação por hidrocarbonetos poliaromáticos (PAH's), em especial o naftaleno, uma vez que do conjunto analisado é o único que pode resultar de síntese industrial (Chambel *et al.*,

2009), BTEX, sendo este último o elemento que apresenta valores mais elevados, cerca de cinco vezes superior ao VMA (50 µg/l) estabelecido pela Norma Holandesa.

Refira-se que a massa de água subterrânea Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado, classificada pelo INAG como em dúvida foi considerada como apresentando condições para cumprimento dos objectivos ambientais. Refira-se que não existe informação que evidencie problemas de qualidade desta massa de água subterrânea relacionados com pressões pontuais ou difusas ou que os volumes de extracção conhecidos possam ser superiores a 90% da recarga média anual.

Seguidamente apresenta-se uma caracterização aprofundada da massa de água subterrânea de Sines, nos termos da Portaria n.º 1284/2009 de 19 de Outubro, incluindo uma justificação mais detalhada das razões para a classificação desta massa de água em risco.

## 2.2.9.2. Sines

### A. Justificação da classificação de risco

A informação disponível sobre os aspectos qualitativos da massa de água subterrânea de Sines é muito restrita, nomeadamente no que respeita às concentrações dos elementos passíveis de originar contaminação nesta massa de água subterrânea (PAH's, BTEX e TPH).

Só existe informação destes elementos nas análises realizadas entre 20 de Janeiro e 27 de Maio de 2009 e cedida pela Câmara Municipal de Sines. Foram amostradas as captações ECG1, ECG2, ECG3, ECG4, JKC1, localizadas na ZILS e a água da rede.

Em Chambel *et al.* (2009) é referido que os valores de hidrocarbonetos do petróleo foram analisados para todas as águas, em que o valor mais elevado (280 µg/l) foi atingido na captação EGC3 a 29 de Setembro. Os Xilenos só foram determinados para a captação ECG4, em que o VMA (0,2 µg/l) é geralmente ultrapassado, atingindo o valor máximo de 5,2 µg/l (30 de Março). O Naftaleno foi analisado em todas as captações, sendo que na maioria dos casos apresenta violações ao VMA (0,01 µg/l), atingindo o valor mais elevado para este elemento na água da rede, a 31 de Agosto (0,12 µg/l).

O Quadro 2.2.99 mostra os dados estatísticos para estes elementos nas campanhas realizadas pela Câmara de Sines (valores em µg/l).

Quadro 2.2.99 – Estatísticas dos elementos nos pontos de amostragem na massa de água subterrânea de Sines (in Cambel *et al.*, 2009)

Ponto	Subt.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
ECG1	Naftaleno	0,03	0,03	0,003	0,006	0,03	0,04	0,094
	Xilenos	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	TPH	23,52	29,47	6,00	9,00	13,00	22,00	130,00
ECG2	Naftaleno	0,03	0,03	0,004	0,01	0,03	0,05	0,10
	Xilenos	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	TPH	30,62	33,37	9,00	11,00	16,00	23,00	120,00
ECG3	Naftaleno	0,04	0,03	0,004	0,02	0,03	0,06	0,09
	Xilenos	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	TPH	38,67	68,36	6,00	11,50	17,00	30,50	280,00
ECG4	Naftaleno	0,03	0,02	0,006	0,02	0,03	0,04	0,10
	Xilenos	2,42	1,04	1,60	1,75	2,10	2,65	5,20
	TPH	43,83	35,46	8,00	18,50	34,00	57,00	150,00
JKCI	Naftaleno	0,03	0,03	0,003	0,009	0,02	0,05	0,10
	Xilenos	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	TPH	30,38	46,21	6,50	10,00	17,00	24,00	200,00
REDE	Naftaleno	0,005	0,00	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	Xilenos	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	TPH	27,46	19,97	10,00	11,00	25,00	32,00	77,00

s.i. Sem informação

Pela observação do quadro anterior pode-se assumir como certa a presença de substâncias de origem antropogénica, derivada da actividade industrial, ou de produtos gerados por esta.

Ribeiro e Oliveira (2009) também detectaram os mesmos problemas de contaminação associados à actividade industrial da ZILS. De acordo com estes autores a poluição identificada poderá estar associada à ocorrência de um derrame de gasolina, eventualmente de forma continuada. Deve salientar-se, no entanto, que as conclusões obtidas no âmbito deste estudo desenvolvido dizem respeito apenas a uma pequena parcela do pólo industrial indicado.

Seguidamente apresentam-se as evoluções da concentração de Naftaleno, Xilenos e TPH para a captação ECG4, com base nos dados da Câmara Municipal de Sines, os quais representam os valores mais elevados para a maioria das situações.





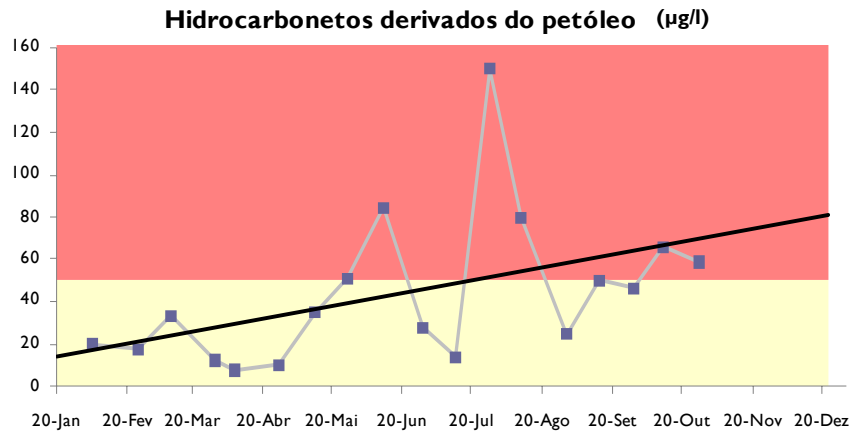


Figura 2.2.21 – Variação dos hidrocarbonetos derivados do petróleo na captação ECG4

Apesar do historial de monitorização destes elementos ser muito limitado, verifica-se que a massa de água subterrânea de Sines, está nitidamente em risco relativamente à qualidade da água, uma vez que os hidrocarbonetos derivados do petróleo, que são indicadores de contaminação industrial em geral, fuga a partir de depósitos de combustível, de aterros sanitários, refinarias e petroquímicas, apresentam uma tendência geral de subida.

#### B. Características geológicas

Esta massa de água subterrânea insere-se na Bacia Mesocenozóica de Santiago do Cacém e do ponto de vista geológico apresenta uma grande variabilidade, com formações desde o Carbónico ao Quaternário. Segundo Inverno *et al.* (1993), INAG (1997), PBH do Sado (Hidroprojecto *et al.*, 1999), ERHSA (2001), as litologias presentes na massa de água subterrânea de Sines são as seguintes:

- **Formação de Mértola** (Viseano superior). É uma formação turbidítica do tipo Flysch, constituída por grauvaques grosseiros cinzento esverdeados em bancadas espessas, alternando com xistos cinzentos a negros mais ou menos carbonosos. A espessura desta formação foi considerada como sendo superior a 1 000 m na maior parte da ZSP, enquanto na área de Aljustrel, a espessura desta formação é considerada sensivelmente superior a 3.000 m.
- **Formação de Mira** (Viseano superior-Namuriano). Corresponde igualmente a uma formação turbidítica do tipo Flysch, constituída predominantemente por grauvaques finos e siltitos cinzento-esverdeados, em leitos delgados, geralmente milimétricos a

centimétricos, e xistos carbonosos. Esta formação desenvolve-se geralmente em leitos delgados, geralmente milimétricos a centimétricos.

- **Formação de Grés de Silves** (Triásico superior). Constituída por arenitos vermelhos, conglomerados e pelitos subordinados. Os clastos são quase exclusivamente de quartzo, embora existam também de quartzito, grauvaque e xisto, com diâmetros não superiores a 15 cm. A matriz é constituída por argila, óxidos de ferro e, mais raramente, por carbonato. A espessura deste depósito varia entre 28 m e 120 m.
- **Complexo Pelítico-carbonatado Evaporítico de Silves** (Hetangiano-Retiano). Corresponde a uma formação essencialmente constituída por pelitos e arenitos subordinados, apresentando raras intercalações carbonatadas constituídas por margas dolomíticas, atingindo uma espessura de 80 m. No topo deste complexo aparecem dolomitos siliciosos com intercalações de pelitos (com percentagem de quartzo bastante variável). A espessura desta unidade de dolomitos varia entre 15 m e 40 m.
- **Complexo Vulcano-Sedimentar** (Sinemuriano-Hetangiano). Constituído por três escoadas de basaltos, doleritos e tufos básicos, os quais alternam com margas dolomíticas e raros calcários oolíticos. A espessura desta formação é de aproximadamente 170 m.
- **Dolomitos, margas dolomíticas e calcários de Fateota** (Toarciano-Sinemuriano-Liásico). Constituídos por dolomitos, margas dolomíticas por vezes detríticas, argilas com intercalações de níveis de tapetes algais dolo-detríticos, calcários oolíticos e calciclásticos dolomitizados, microbrechas dolomíticas. Estas litologias encontram-se muito dolomitizadas e são frequentemente cortadas por filões e chaminés vulcânicas associadas ao maciço subvulcânico de Sines. A espessura desta unidade varia desde os 100 m e chegando a ser superior a 230 m.
- **Calcários de Rodeado** (Batoniano-Dogger). Constituídos por calcários biomicríticos, por vezes argilosos, calcários calciclásticos, oolíticos e micro-cristalinos, com raros dolomitos cavernosos, raras, intercalações margosas ou calco-margosas. Estas litologias estão intensamente carsificadas, havendo um paleocarso por vezes muito desenvolvido. Esta unidade apresenta uma espessura de cerca 200 m.
- **Calcários do Monte Branco** (Caloviano-Dogger). Constituídos por calcários calciclásticos com raras intercalações de calcários micríticos e microconglomerados. O topo da série regista um maior aumento de componentes terrígenas, terminando por um depósito de conglomerados. Esta unidade apresenta uma espessura de cerca 50 m.
- **Calcários, margas e conglomerados de Deixa-o-Resto** (Oxfordiano-kimmeridgiano-Malm). A Formação inicia-se por um conglomerado poligénico com intercalações de margas e

calcários, que assenta sobre a superfície ravinada do Dogger. Sucedem-se unidades espessas de calcários calciclásticos, oolíticos e microconglomeráticos com intercalações de margas, argilas e alguns conglomerados quartzosos (sobretudo na base destas unidades). Na sequência calcária os calcários são inicialmente de carácter mais brechóide, constituídos por calcáriosossilíferos e brechas bioclásticas, tornando-se mais argilosos e surgindo então calcários argilosos com intercalações de margas e calcários bioclásticos, com um progressivo predomínio das margas para o topo. Esta unidade apresenta uma espessura de cerca 600 m.

- **Níveis marinhos do litoral** (Miocénico). Constituídos por biocalcarenitos e arenitos finos. A sua espessura varia entre 40 m e 80 m.
- **Areias com seixos da planície litoral** (Plio-Plistocénico). Constituído por areias com pequenos seixos podendo localmente ter intercalações de argilitos e concreções de calcários e arenitos (mais ou menos argilosos); nalguns níveis surgem grandes calhaus rolados de quartzo. Esta unidade apresenta uma espessura de 28 m a 32 m, a Este de Melides.

Os depósitos de cobertura estão representados pelas seguintes litologias (Inverno et al., 1993):

- **Níveis de praias** (Plistocénico). Constituídos por cascalheiras com seixos mal rolados (nível 90-100 metros), areias com seixos bem rolados (níveis 60-70 m e 30-40 m), cascalheiras e areias grosseiras com pequenos seixos, conglomerados, areias finas, arenitos finos por vezes com leitões argilosos, argilitos e arenitos argilosos (nível 15-20 m).
- **Terraços** (Plistocénico). Cascalheiras argilosas com seixos, por vezes de grande dimensão, mal rolados (nível 5-30 m).
- **Aluviões** (Holocénico). Depósitos de lodos e de areias com seixos, gerlamente pouco desenvolvidos.

Relativamente aos aspectos de carsificação que afectam os maciços carbonatados, é referido em Inverno *et al.* (1993) que a carsificação ao longo do aquífero carbonatado jurássico é muito variável, existindo áreas de carsificação acentuada (nas zonas próximas das regiões de recarga, por exemplo) e áreas a jusante onde é progressivamente mais moderada, até quase se confundir com as discontinuidades estruturais. Segundo Manuppella (1970, Hidroprojecto *et al.*, 1999) a carsificação encontra-se ainda numa fase juvenil e Manuppella (1983) define que as litologias mais carsificadas são as pertencentes ao Dogger, atingindo principalmente os Calcários de Rodeado. De acordo com Lavaredas e Silva (1998), o carso encontra-se coberto pelos depósitos cenozóicos, os quais apresentam uma espessura média de 100 m.

O Maciço Eruptivo de Sines é considerado sub-vulcânico, de estrutura anelar, com alongamento WSW-ESE, e resulta do aproveitamento da fractura profunda do Soco com mesma orientação (Teixeira, 1962 in ERHSA, 2001). Este maciço é constituído por quatro conjuntos litológicos, gabro-diorito, sienito e microsienito, brecha vulcânica com algumas massas de basalto e filões ácidos e básicos (Zbyszewski, 1941). A sua instalação metamorfizou por contacto os calcários jurássicos (a Norte) originando um conjunto de corneanas cálcicas.

Quatro estruturas fundamentais controlam a movimentação da bacia de Santiago de Cacém. A Falha de Deixa-o-Resto (ou de Santo André), que corresponde ao principal acidente existente nesta região, apresenta uma direcção geral NNE-SSW, inclinada para Este.

A Falha de Santa Cruz, de direcção geral Noroeste-Sudeste, prolonga-se para Sudeste em direcção a Santiago do Cacém e para Noroeste em direcção ao litoral, continuando na zona imersa.

A Falha de Grândola, com direcção WNW-ESE e a Falha da Ribeira dos Moinhos, situada 3 km a Norte de Sines. Existe ainda o alinhamento estrutural Portimão (Monchique-Sines-Sesimbra-Sintra).

As principais direcções de fracturação são Nordeste-Sudoeste, Noroeste-Sudeste e ENE-WSW (Manuppella, 1970, in Hidroprojecto *et al.*, 1999).

### C. Características hidrogeológicas

As principais formações aquíferas da massa de água subterrânea de Sines são as seguintes: Dolomitos, margas dolomíticas e calcários da Fateota, Calcários de Rodeado, Calcários do Monte Branco, Calcários, margas e conglomerados de Deixa-o-Resto, níveis marinhos litorais, areias com seixos da planície litoral (Hidroprojecto *et al.*, 1999).

Esta massa de água subterrânea é constituída por mais do que um aquífero (multiaquífero), com 250 km<sup>2</sup> de área, constituído por um aquífero cársico artesiano (confinamento das unidades carbonatadas mais profundas), desenvolvido nos calcários e dolomitos jurássicos e um aquífero poroso multicamada livre a confinado, que se sobrepõe ao aquífero cársico, desenvolvido nas formações miocénicas e plio-pleistocénicas (Almeida *et al.*, 2000).

Existe referência de que, no final da década de 80 e início da década de 90, os níveis piezométricos das formações jurássicas se situavam acima dos observados nas formações miocénicas, em condições naturais, de não exploração, na região próxima da bacia de Santo André, sendo frequente a ocorrência de artesianismo repuxante, em algumas captações. Assim sendo, o fluxo fazia-se das formações jurássicas

para as formações terciárias. Na região Brejinhos, ocorria a situação inversa, ou seja as formações jurássicas estavam a ser alimentadas pelas formações superiores (Diamantino, 1996 in PBH, 1999).

Esta situação mantém-se actualmente continuando a verificar-se confinamento de parte importante do aquífero carbonatado profundo onde estão implantadas captações com artesianismo repuxante cujos caudais chegam a ultrapassar os 100 l/s.

O sistema aquífero superior de Sines representa uma massa de água subterrânea com importantes relações com os meios hídricos superficiais, como as lagoas de Sancha, Santo André e Melides e ribeiras afluentes, e com os ecossistemas dependentes das águas subterrâneas. Os níveis e taxas de salinidade destas massas de água superficiais, são provavelmente controlados, pela interacção muito próxima entre as águas superficiais, subterrâneas e marinhas, determinadas as características ecológicas locais. A defesa dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas deverá ser feita controlando os volumes de extracção em zonas ecologicamente sensíveis, de modo a permitir a manutenção dos níveis no aquífero.

No que diz respeito aos valores de condutividade hidráulica apenas se obtiveram três resultados, que se considera pertencerem ao aquífero cársico, uma vez que a profundidade dos ralos é sempre superior a 60 m tal como a camada de calcários deste aquífero. A condutividade varia entre 4,77 m/dia e 76,75 m/dia.

Não foram obtidos valores de porosidade para esta massa de água subterrânea, por essa razão recorreu-se à bibliografia, onde se constata que o valor médio para as rochas carbonatadas é de 0,5% e para as rochas detríticas é de 16%.

#### D. Modelo conceptual

Chambel e Monteiro (2007) apresentaram dois modelos matemáticos de escoamento em elementos finitos, implementados de acordo com o estado actual de conhecimento sobre a estrutura e funcionamento hidráulico da massa de água subterrânea de Sines, expresso nos trabalhos anteriores disponíveis dedicados à hidrogeologia regional desta massa de água subterrânea (Horta da Silva e Almeida, 1982; Rodrigues, 1985; Hidroprojecto *et al.*, 1999; Almeida *et al.*, 2000; ERSHA, 2001).

De acordo com o estado actual do conhecimento pode exprimir-se o funcionamento hidráulico regional desta massa de água subterrânea, admitindo a existência de dois reservatórios, separados em parte importante da sua extensão, por depósitos argilosos e margosos (sector Oeste e Norte). Noutra área, correspondente ao sector Sul da massa de água subterrânea, ambos os reservatórios estão presentes e em conexão hidráulica. Existe ainda um terceiro sector, correspondente ao bordo Este da massa de água

subterrânea, onde as rochas carbonatadas que suportam o aquífero profundo afloram, ou a cobertura detrítica é descontínua ou pouco importante. Define-se assim um sistema multicamada, com um aquífero superior detrítico, predominantemente livre com sectores em que se verifica, localmente, algum grau de confinamento ou semi-confinamento e um aquífero carbonatado profundo, confinado em parte importante da sua extensão.

O aquífero superior detrítico é suportado por biocalcarenitos e arenitos finos miocénicos e areias com seixos da planície litoral plio-pleistocénica (por vezes com uma fracção de silte e argila e mesmo intercalações argilosas) e areias de duna holocénicas. Este tem profundidades da ordem dos 50 m na área central, reduzindo-se a valores da ordem da dezena de metros junto ao seu limite Sul. No limite Este as rochas carbonatadas são aflorantes, estando por consequência ausente o aquífero superior.

O aquífero profundo é suportado por formações carbonatadas jurássicas, cujas espessuras somam mais de 300 m, estando, como anteriormente referido, isoladas do aquífero superior, em grande parte da sua extensão.

Uma vez que a densidade de pontos de monitorização piezométrica nas formações detríticas superficiais não permite fazer um mapa piezométrico do aquífero suportado por estas litologias, Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008), apresentaram um modelo conceptual de funcionamento hidráulico para este baseado no facto do seu padrão regional de escoamento ser essencialmente controlado pela conexão hidráulica com os cursos de água existentes nesta área. Foi assim construído um modelo matemático em elementos finitos, no qual as condições de fronteira correspondem a potenciais impostos na rede hidrográfica. Foi feita uma análise de sensibilidade, que permitiu definir os valores mínimos para os quais o valor regional deste parâmetro permite a simulação de um comportamento efluente dos cursos de água semelhante ao observado na realidade e que, por consequência, permite efectuar uma simulação que se considera adequada para os sentidos predominantes de escoamento do aquífero superior. Na Figura 2.2.22 apresenta-se a rede hidrográfica empregue para operacionalizar esta conceptualização e a rede de elementos finitos construída para as simulações matemáticas do funcionamento hidráulico da massa de água subterrânea.

Na Figura 2.2.23 apresentam-se os sentidos predominantes de escoamento para o aquífero detrítico superficial, de acordo com o modelo conceptual descrito nos parágrafos anteriores, calculados a partir do modelo e da rede hidrográfica utilizada para definição das condições de fronteira.

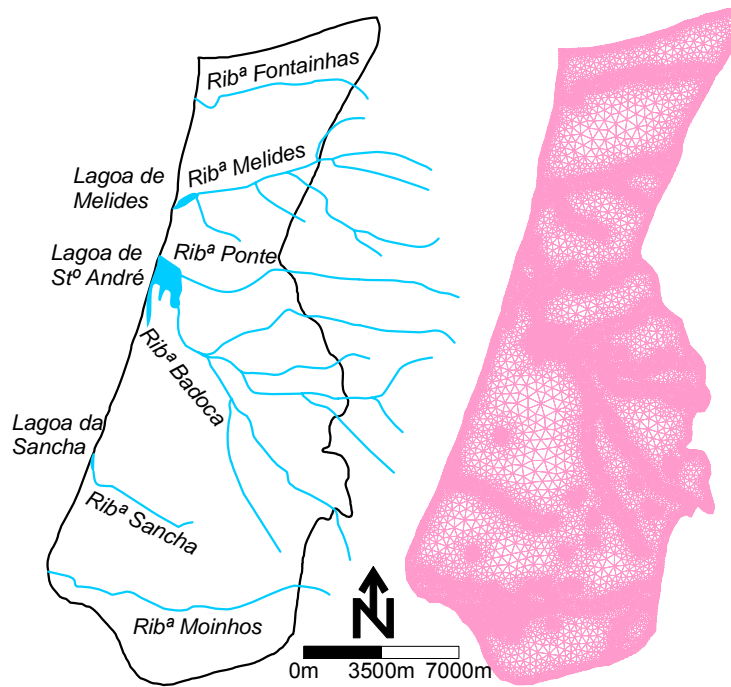
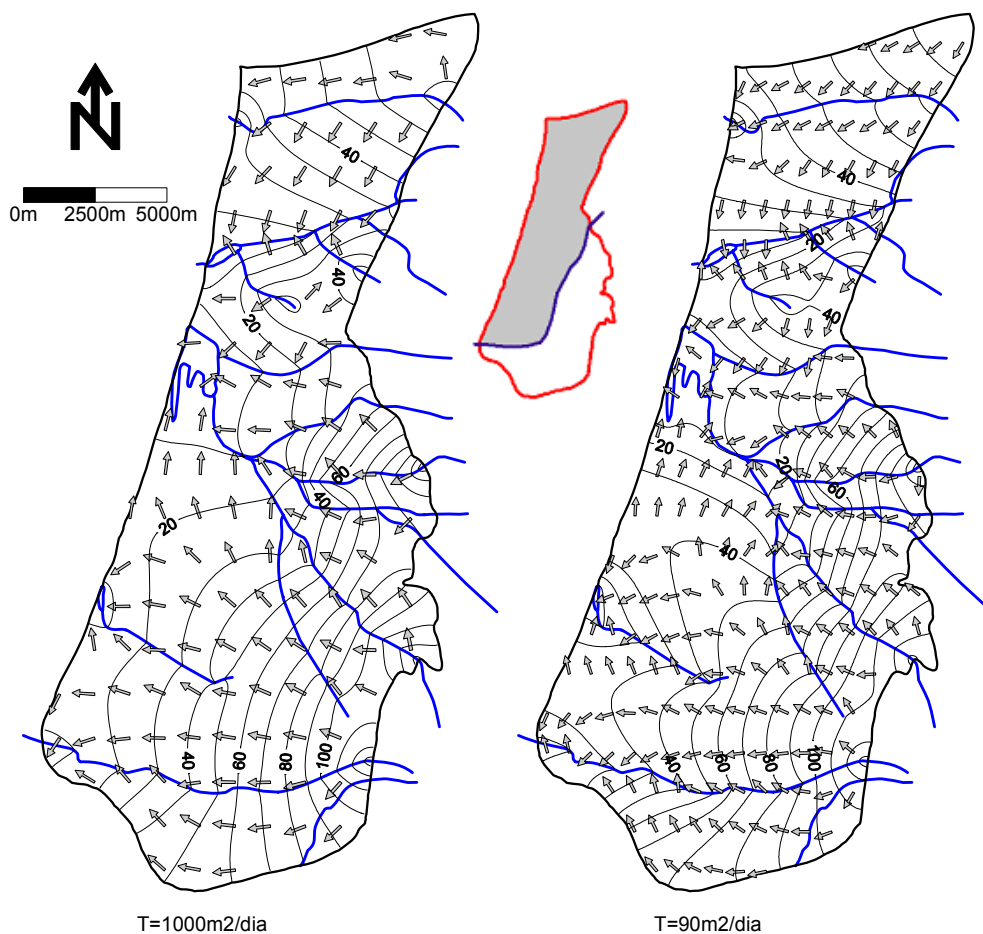


Figura 2.2.22 – Rede de elementos finitos com 13 966 nós e 27 131 elementos triangulares lineares, gerada para simulações de escoamento e transporte na massa de água subterrânea de Sines



Nota: Ilustra a importância do parâmetro transmissividade na definição da ocorrência de troços efluentes e influentes e, de maneira geral, na organização da rede hidrográfica. O Diagrama entre os dois mapas de isopiezas representa a separação dos domínios onde se processa a recarga do aquífero superior que corresponde à área sombreada na região litoral Noroeste da massa de água subterrânea.

Figura 2.2.23 – Padrão regional de escoamento simulado para o aquífero superior para dois valores de transmissividade

A análise regional do padrão de fluxo mostra que os valores de transmissividade superiores a 500 m<sup>2</sup>/dia conduzem à obtenção de padrões regionais de fluxo mais realistas, do que os obtidos para valores de transmissividade inferiores a este valor. A partir de 1.000 m<sup>2</sup>/dia, o padrão regional de escoamento, definido pelas principais direcções de fluxo, começa a ser pouco influenciado pelo aumento do valor de transmissividade.

Os modelos conceptuais dos reservatórios superior e inferior assentam na definição de condições de fronteira, áreas de recarga e, conseqüentemente, balanços independentes para os dois sistemas. A definição da geometria do contacto entre os dois reservatórios, no seio da massa de água subterrânea, coincide com um alinhamento que se assume corresponder ao limite da área de ocorrência de



artesianismo repuxante na massa de água subterrânea de Sines. Este alinhamento corresponde parcialmente a uma falha regional que rejeita as litologias presentes do Jurássico médio e superior.

Tal como anteriormente referido, quando da discussão do balanço hidrológico da massa de água subterrânea, estima-se que a área na qual a recarga contribui para a alimentação do aquífero profundo é de cerca de 95 km<sup>2</sup>, sendo de cerca de 155 km<sup>2</sup> a que corresponde à área de alimentação exclusiva do aquífero detrítico superior. Recordar-se no entanto que parte da área de recarga do aquífero inferior é caracterizada pela presença de depósitos de cobertura constituídos por formações detríticas recentes pelo que, em parte da área de recarga do aquífero profundo, esta ocorre através destes depósitos que constituem um reservatório independente na área em que não têm conexão hidráulica com as rochas carbonatadas mais profundas.

As condições de fronteira que controlam o padrão regional de escoamento no aquífero inferior da massa de água subterrânea de Sines são completamente diferentes das que controlam o fluxo no aquífero livre superior. Ao contrário do que acontece no aquífero superior, onde a conexão hidráulica com a rede hidrográfica constitui o factor que define os sentidos de circulação da água, no aquífero inferior é o fluxo em direcção ao mar, através da plataforma continental, que define o sentido geral de escoamento.

Tendo em conta este modelo conceptual, foi implementado um modelo numérico de escoamento para o aquífero inferior no qual as condições de fronteira são mais simples do que as utilizadas para o aquífero superior, onde as condições de fronteira foram definidas em muitas centenas de nós ao longo da rede hidrográfica. No caso do aquífero inferior, as condições de fronteira são impostas apenas ao longo da linha de costa.

Posteriormente à tradução do modelo conceptual atrás descrito Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008) procederam à calibração inversa do modelo em elementos finitos construído para o aquífero inferior, recorrendo a uma técnica de estimativa não linear de parâmetros denominada método de Gauss-Marquardt-Levenberg, baseada no método dos mínimos quadrados (Doherty, 2002). A calibração deste modelo permitiu a obtenção de valores de transmissividade distribuídos espacialmente, que permitem uma simulação bastante realista da distribuição espacial dos valores de piezometria, obtidos a partir dos dados disponíveis recolhidos no terreno. A comparação dos mapas de isopiezas obtidos a partir das medidas de campo e simuladas pelo modelo construído para o aquífero inferior é apresentada na Figura 2.2.24.

A observação da Figura 2.2.24 mostra que apenas é possível apresentar a comparação dos potenciais hidráulicos calculados e observados na massa de água subterrânea em parte do domínio de escoamento do aquífero profundo. Este facto resulta da insuficiente cobertura da rede de monitorização para a

compreensão da distribuição espacial da piezometria nesta massa de água subterrânea. Tal como anteriormente referido, existe igualmente uma caracterização deficiente da evolução temporal desta variável de estado, pelo que se torna necessária uma adequação da rede de monitorização desta massa de água subterrânea para um controlo mais eficaz do seu estado quantitativo.

Para tornar possível a calibração inversa do modelo foi definido um conjunto de áreas (definição do zonamento dos parâmetros) que, neste caso se efectuou com base na comparação entre as superfícies potenciométricas obtidas a partir de dados reais de piezometria e geradas por simulações, em que se considera toda a massa de água subterrânea caracterizada por um valor simples de transmissividade.

Obteve-se assim um conjunto de zonas para as quais é considerado que um valor de transmissividade (T) passível de gerar simulações que reproduzem a piezometria real com fiabilidade bastante superior às obtidas através da utilização de um modelo calibrado por “tentativa e erro”. Definiram-se assim 31 zonas de transmissividade, representadas na Figura 2.2.25.

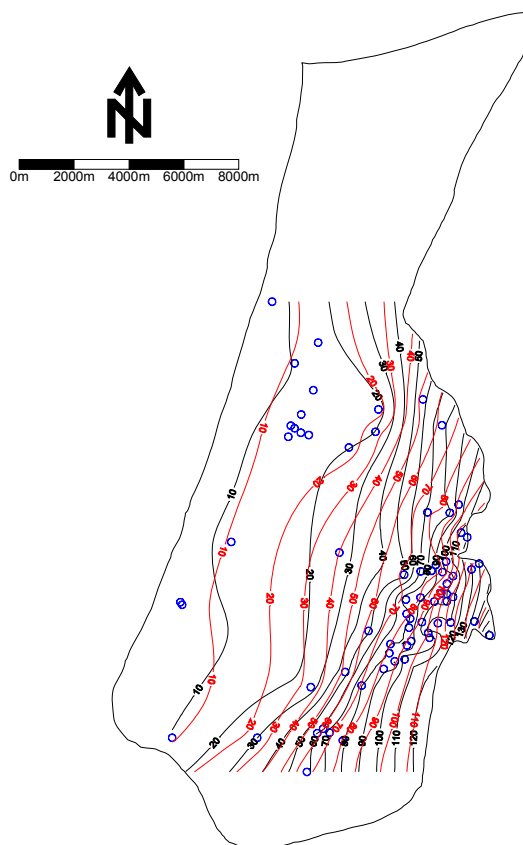


Figura 2.2.24 – Comparação entre as isopiezias traçadas a partir de dados resultantes da monitorização do aquífero profundo (a preto) e a partir dos dados de simulação obtidos por modelação matemática

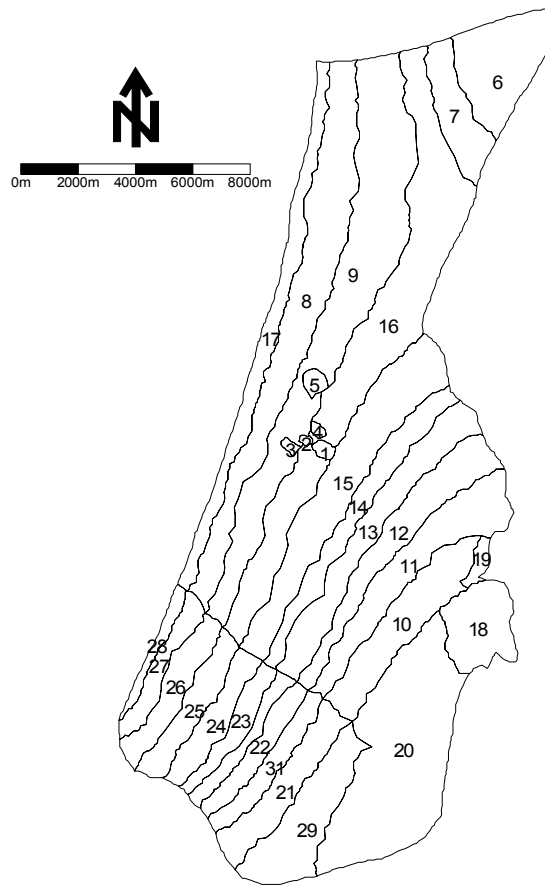


Figura 2.2.25 – Zonas definidas para calibração inversa da Transmissividade (T) na massa de água subterrânea de Sines

No Quadro 2.2.100 apresentam-se os valores de transmissividade obtidos para as zonas ilustradas na Figura 2.2.25, usando a minimização das diferenças entre a piezometria conhecida e a simulada, como função objectivo para calibração.

Quadro 2.2.100 – Valores de transmissividade (T) calculados por calibração inversa, para as zonas apresentadas na Figura 2.2.17 (valores em notação científica)

Zona	T (m <sup>2</sup> /s)
1	1,398760E+00
2	1,057040E+00
3	1,946590E+00
4	5,075370E-01
5	1,491380E+00
6	9,433470E-01
7	6,836800E-01
8	5,783170E+00
9	7,540760E+00
10	1,006470E+02
11	1,191790E+00
12	5,351000E+00
13	1,090340E+01
14	1,939620E+00
15	2,932330E+02
16	1,488160E+02
17	2,096280E+00
18	1,315910E+00
19	7,427910E-02
20	3,995870E+00
21	7,579960E+00
22	2,066030E+01
23	1,310280E+03
24	1,299230E+03
25	8,050360E+02
26	9,525190E+02
27	1,949100E+02
28	2,424610E+01
29	5,026280E+00
30	3,736060E+03
31	1,000000E+04

#### E. Características dos solos e depósitos de superfície na área de drenagem

A caracterização à escala local dos depósitos de cobertura foi efectuada em 37 sondagens nos depósitos de cobertura da massa de água subterrânea de Sines, junto ao seu limite Sul. Foram efectuados ensaios hidráulicos (Lefranc) em 37 sondagens, tendo sido determinados valores de condutividade hidráulica entre os extremos  $3,4 \times 10^{-8}$  m/s e  $3,5 \times 10^{-6}$  m/s, com média de  $5,7 \times 10^{-7}$  m/s (Delgado, 2003). Estes ensaios foram conduzidos a profundidades entre os 4 e os 14 m e permitiram identificar uma fracção argilosa e de silte significativa (incluindo intercalações argilosas). Admite-se por isso que o conjunto de resultados obtidos nestas sondagens possa apontar para valores de condutividade hidráulica inferiores à média que caracteriza a formação à escala regional.

Utilizando a classificação de solos com apenas as famílias mais representativas apresentadas no capítulo 2.1.5 (SWAT) temos que na área de drenagem da massa de água predominam os Podzóis Não Hidromórficos – Pz (40%) sendo os Litossolos – Ex (18%) e os Solos Litólicos Não Húmidos – Vt (16%) também importantes na área de drenagem (Figura 2.2.18).

Os Podzóis Não Hidromórficos (Pz) resultam de areias ou arenitos, têm textura que varia entre arenosa e franco-arenosa e uma espessura que pode atingir os 2000 mm. Estes solos apresentam porosidade média de 39% e condutividade hidráulica média de 40,2 mm/h.

Os Litossolos (Ex) são solos incipientes derivados de rochas consolidadas, neste caso xistos ou grauvaques. A textura destes solos é tipicamente franco-limosa e a espessura máxima é de 100 mm (Cardoso, 1965). Os litossolos apresentam porosidade média de 48% e condutividade hidráulica média de 4,4 mm/h.

Os Solos Litólicos Não Húmidos (Vt) provêm da meteorização de arenitos ou conglomerados grosseiros sendo em geral pouco consolidados por cimento argiloso com percentagem variável de óxidos de ferro. A textura varia entre a arenosa, areno-franca e franco-arenosa e a espessura média é de 660 mm, podendo chegar aos 1 000 mm (Cardoso, 1965). Estes solos têm uma porosidade média de 39% e uma condutividade hidráulica média de 41,4 mm/h.

Foram obtidos valores médios de espessura, porosidade e condutividade hidráulica para a área de drenagem considerando as áreas ocupadas por cada uma das 18 famílias de solos mais representativas. Os resultados encontram-se no Quadro 2.2.101.

Considerando os dados apresentados por Cardoso (1965) e no sub-capítulo 2.1.5 do presente plano, seguidamente expõem-se propriedades relacionadas com a capacidade de absorção de um dado solo. Os

dados para os Podzóis Não Hidromórficos são mais limitados tendo sido apenas usados os disponibilizados no Quadro 2.1.3.2 do referido sub-capítulo, que se referem apenas ao horizonte superficial. Os Podzóis Não Hidromórficos apresentam baixos teores de matéria orgânica no horizonte superficial (0,7%). A percentagem de fracção argilosa é também baixa 8,2%. Segundo Cardoso (1965) a expansibilidade é nula e a capacidade de troca catiónica (CTC) nunca ultrapassa os 6 cmol (+)/kg sendo portanto uma CTC baixa.

Os Litossolos apresentam um conteúdo médio em matéria orgânica próxima de 1%. A percentagem média de argila é de 16%, portanto inferior à média das famílias consideradas. A CTC média segundo os dados do referido autor é de 14 cmol (+)/kg (variando entre 8 – 20 cmol (+)/kg, e portanto entre CTC baixa e média para solos).

Os Solos Litólicos Não Húmidos apresentam um teor médio de matéria orgânica de 1,5%, também muito variável (0,1 – 3,9%). O conteúdo médio da fracção argilosa é de 13%, valor inferior à média das famílias consideradas (26%). A CTC média é de 7 cmol (+)/kg sendo considerada uma CTC baixa para solos.

As três famílias de solos mais representativas da área de drenagem apresentam propriedades pouco favoráveis à adsorção de substâncias que se encontrem em solução nos solos.

Os solos predominantes nesta massa de água subterrânea são os podzóis, que são considerados solos evoluídos e que se caracterizam por, uma textura arenosa e ricos em matéria orgânica e alumínio, podendo ter ou não ferro.

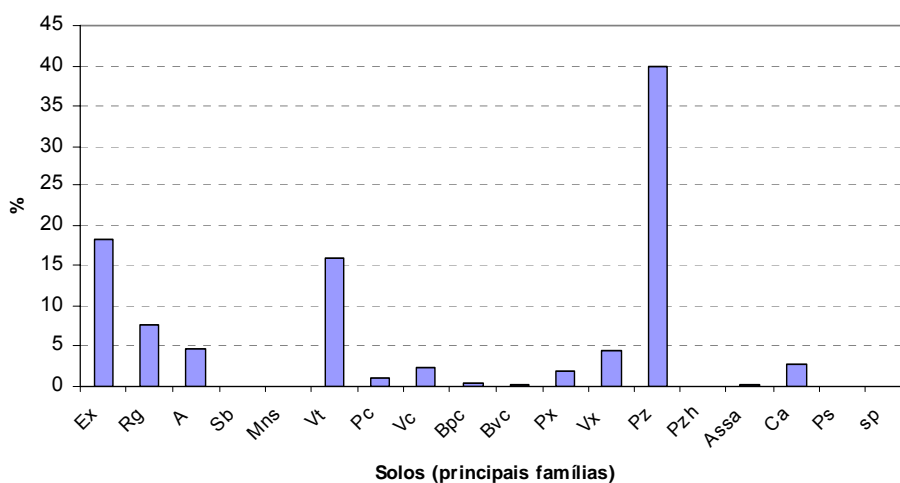


Figura 2.2.26 – Percentagem das principais famílias de solos

Quadro 2.2.101 – Propriedades médias dos solos da massa de água subterrânea de Sines

Sines	
Espessura média (mm)	816
Porosidade média (%)	0,41
Condutividade hidráulica média (mm/hora)	41,2

#### F. Características de estratificação das águas

Pela análise dos dados que se conhecem, pode concluir-se que estes dois aquíferos apresentam características físico-químicas distintas, quer em relação às fácies das suas águas, quer ao seu grau de mineralização, no entanto não é possível concluir pela existência ou não de estratificação dentro de cada um deles e conseqüentemente na massa de água subterrânea.

#### G. Inventário dos sistemas superficiais associados

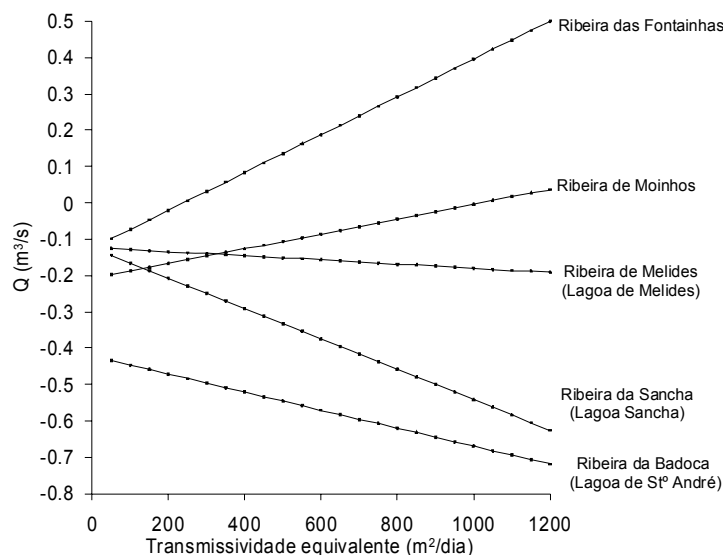
Da análise cruzada do modelo conceptual com a distribuição espacial das zonas designadas para a protecção de habitats ou espécies, mostra que existe uma relação inequívoca das lagoas costeiras de Santo André, Melides e Sancha com o aquífero poroso. Os ecossistemas associados a estas zonas são, portanto parcialmente dependentes das águas subterrâneas.

As ribeiras associadas às lagoas são efluentes, por receberem o caudal de base dos sedimentos que constituem o aquífero detrítico superior da massa de água subterrânea de Sines. Apesar de haver igualmente comportamento influente destes cursos de água em períodos húmidos, pode-se concluir que as ribeiras que confluem para estas lagoas costeiras são predominantemente efluentes nos seus sectores terminais (que estão normalmente associados a zonas húmidas).

#### H. Estimativa das direcções e caudais de transferência de águas com sistemas superficiais associados

O modelo apresentado por Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008) para o aquífero superior de Sines permite o cálculo do caudal de base destas ribeiras. No entanto, uma vez que estas não são monitorizadas, as simulações não podem ser comparadas com dados reais, pelo que só futuramente este modelo poderá ser validado e calibrado em relação a estas variáveis (caudais de base das ribeiras).

No entanto apresenta-se o resultado de uma análise de sensibilidade efectuada à influência dos valores de transmissividade regional do aquífero detrítico superior da massa de água subterrânea de Sines no volume de escoamento, correspondente ao caudal de base das ribeiras em conexão hidráulica com este aquífero (Figura 2.2.27 e Quadro 2.2.102).



Nota: valores negativos representam comportamento efluente das ribeiras e vice-versa

Figura 2.2.27 – Relação entre os valores de transmissividade regional no aquífero superior e valores de transferências entre este e as ribeiras

A dependência entre a organização das relações envolvendo o escoamento subterrâneo, a rede hidrográfica e os valores regionais de transmissividade, é representada de forma sistemática na



Figura 2.2.27. Nesta figura, cada segmento de recta representa o balanço de transferências entre cada ribeira e o aquífero superior. Verifica-se que, com o aumento dos valores de transmissividade, as ribeiras de Melides, Badoca e Sancha passam a receber mais água (os caudais negativos representam passagens de água da massa de água subterrânea para as ribeiras). Por outro lado, as ribeiras das Fontainhas e Moinhos vão recebendo cada vez menos água até deixarem de ter comportamento efluente e começarem a ter comportamento influente.

A análise cuidadosa destes resultados mostra que, apenas para os valores de transmissividade mais elevados se verifica um comportamento efluente das ribeiras com lagoas associadas, o que mostra que a sua existência está intimamente relacionada com as conexões da rede hidrográfica com este aquífero e, que os valores de transmissividade mínimos deverão ser da ordem dos 500 m<sup>2</sup>/dia ou superiores para que o comportamento dos cursos de água seja compatível com o observado no terreno.

No Quadro 2.2.102 apresentam-se parte dos valores a partir dos quais foi construído o gráfico da Figura 2.2.19, considerando apenas o intervalo de simulações que parece ser mais realista considerar.

Quadro 2.2.102 – Caudais de transferências do aquífero detrítico superior da massa de água subterrânea de Sines nas ribeiras que constituem a sua área de descarga

T (m <sup>2</sup> /d)	Moinhos*	Sancha*	Badoca*	Melides*	Fontainhas*
500	-0,106	-0,333	-0,546	-0,151	0,135
550	-0,096	-0,354	-0,558	-0,154	0,161
600	-0,086	-0,375	-0,570	-0,157	0,187
650	-0,075	-0,396	-0,583	-0,160	0,213
700	-0,065	-0,417	-0,595	-0,163	0,239
750	-0,055	-0,437	-0,608	-0,166	0,265

\*Valores obtidos por simulação matemática utilizando o modelo apresentado por Chambel e Monteiro (2007) e Monteiro *et al.* (2008). Caudais em m<sup>3</sup>/s. Os valores negativos são transferências do aquífero para as ribeiras e vice-versa.

T – Transmissividade

Os dados resultantes da monitorização dos caudais destas ribeiras poderiam ser usados para calibrar o modelo cujos resultados aqui se apresentam. A monitorização destas ribeiras é essencial para a quantificação da importância relativa de cada uma delas. Os caudais de base destes cursos de água constituem as saídas naturais do aquífero detrítico superior da massa de água subterrânea de Sines. Para além da sua importância hidrológica estes dados são igualmente de grande importância ecológica, uma vez que estes cursos de água, bem como as lagoas que alimentam são ecossistemas dependentes das águas subterrâneas.

### I. Taxa de recarga global anual a longo prazo

Tendo em conta os valores estimados de recarga natural e retorno de rega, esta massa de água subterrânea apresentam um valor de recarga a longo prazo de 51,38 hm<sup>3</sup>/ano.

Quadro 2.2.103 – Recarga a longo prazo

Sines	
<b>Entradas</b>	
Recarga natural (hm <sup>3</sup> /ano)	51,38
Recarga induzida pela rega (hm <sup>3</sup> /ano)	0
Recarga a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)	51,38

### J. Caracterização da composição química das águas subterrâneas

Tendo em conta a reduzida rede desta massa de água subterrânea e que a sua monitorização teve início em 2006, pode-se assim dizer que, para a qualidade da água para consumo humano, tendo em conta os valores máximo recomendado e admitido, pelo menos um dos parâmetros ultrapassa os VMR, o cátião cálcio apresenta um valor de 110,03 mg/l.

No caso do nitrato este está invariavelmente associado a factores antrópicos, fundamentalmente devido à agricultura e também às explorações suinícolas, bastante frequentes nesta região, essencialmente no concelho de Santiago do Cacém (ERHSA, 2001).

No que diz respeito à qualidade da água para rega, segundo a USSLS (United States Salinity Laboratory Staff), o problema mais grave da utilização das águas subterrâneas reside no perigo de salinização dos solos (classes C2S1 e C3S1), que aumenta com a utilização das águas do aquífero mais profundo.

As águas desta massa de água subterrânea apresentam assim uma qualidade fraca, quer para o abastecimento público, quer para rega.

## 2.2.10. Caracterização específica das massas de água em situação de risco

De acordo com o Anexo III do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março a caracterização específica das massas de água subterrânea em risco de não cumprirem os objectivos ambientais deve compreender a análise dos seguintes aspectos:

- localização dos pontos da massa de água subterrânea onde seja realizada a captação de água, excluindo os pontos para captação de água que forneçam, em média, menos de 10 m<sup>3</sup>/dia, os pontos para captação de água destinada ao consumo humano que forneçam, em média, menos de 10 m<sup>3</sup> de água por dia ou, em alternativa, os que abasteçam menos de 50 pessoas;
- as taxas médias anuais de captação a partir desses pontos;
- a composição química da água captada a partir da massa de águas subterrâneas;
- a localização dos pontos da massa de águas subterrâneas nos quais é directamente descarregada água;
- as taxas de descarga nesses pontos;
- a composição química das águas descarregadas na massa de águas subterrâneas;
- o ordenamento do território na área ou áreas de drenagem a partir das quais a massa de águas subterrâneas recebe a sua recarga.

Seguidamente caracteriza-se cada um dos aspectos referidos.

### 2.2.10.1. Sines

#### A. Localização dos pontos de massas de águas subterrâneas utilizados para captação de água

Na massa de água subterrânea de Sines estão actualmente inventariadas 502 captações, das quais 464 captações privadas e 38 captações públicas (ver Desenho 5.3.4). A grande maioria destas captações corresponde a furos (93% do total das captações) e destina-se à rega. As captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público fornecem água a 2.648 pessoas.

Quadro 2.2.104 – Finalidade a que se destinam as captações de água subterrânea na massa de água subterrânea de Sines

<b>Sines</b>	
<b>Captações públicas</b>	
Consumo humano	38*
<b>Captações privadas</b>	
Abeberamento de gado	5
Actividade industrial	6
Consumo humano	4
Consumo humano e rega	5
Rega	175
Actividade industrial e rega	2
Outra	1
Sem informação	266
<b>Total</b>	<b>502</b>

\* Inclui as 5 captações de Monte do Feio. Estas captações não se encontram licenciadas pela ARH Alentejo devido ao facto dos respectivos perímetros de protecção se encontrarem sobre a Zona Industrial e Logística de Sines, facto a que acresce o problema de contaminação relacionado com a actividade industrial aí desenvolvida. Actualmente, algumas destas captações já se encontram desactivadas.

Do universo de captações que se encontram instaladas nesta massa de água subterrânea encontram-se a captar mais de 10 m<sup>3</sup>/dia as seguintes:

- 40 captações particulares;
- 38 captações públicas.

Refira-se que no caso particular das cinco captações que se encontram localizadas em Monte Feio, as mesmas não se encontram licenciadas pela ARH Alentejo devido ao facto dos respectivos perímetros de protecção se encontrarem sobre a Zona Industrial e Logística de Sines, facto a que acresce o problema de contaminação relacionado com a actividade industrial aí desenvolvida. Actualmente, algumas destas captações já se encontram desactivadas.

#### B. Taxas médias anuais de captação

De acordo com a informação disponível, as 502 captações de água subterrânea extraem no seu conjunto 7,3 hm<sup>3</sup>/ano, correspondendo aproximadamente 50% a consumos privados e os restantes 50% a consumos destinados ao abastecimento público. Refira-se que as 78 captações de água subterrânea que

extraem mais de 10 m<sup>3</sup>/dia captam cerca de 90% do volume total referido para esta massa de água subterrânea.

A informação disponível para as captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público mostra que 58% destas captações têm caudais instantâneos superiores a 1 l/s, sendo o valor médio da ordem dos 28 l/s.

Em geral os valores de produtividade de captações instaladas na massa de água subterrânea de Sines são bastante variáveis, geralmente superiores a 10 l/s, atingindo mesmo os 100 l/s. As produtividades das formações terciárias são, de modo geral, mais fracas do que as encontradas nas formações carbonatadas do Jurássico. Por outro lado, constata-se que os valores de caudais específicos seguem a tendência verificada para os valores de produtividade (Lavaredas e Silva, 1998).

Atendendo que a informação disponibilizada pela ARH Alentejo sobre as captações de água subterrânea que se encontram a extrair a partir da massa de água subterrânea de Sines não especifica quais os aquíferos explorados, apresentam-se seguidamente valores médios de produtividade para as diferentes unidades hidrogeológicas:

- **Cenozóico:** valores para 7 captações variáveis entre 1,2 l/s e 9,6 l/s, sendo a média de 4,5 l/s (INAG, 1997)
- **Jurássico:** valores para 13 captações variáveis entre 0,3 l/s a 125 l/s, sendo a média de 27,6 l/s (INAG, 1997). Em Almeida *et al.* (2000) são referidos caudais compreendidos entre 3 l/s e 70 l/s, podendo os caudais máximos atingir os 100 l/s.
- **Plio-Quaternário:** valores médios de 5 l/s a 10 l/s (Lobo Ferreira e Calado, 1989)
- **Mio-Pliocénico:** valores médios de 3 l/s a 10 l/s, por vezes superiores 20 l/s para a área mais profunda da bacia de Santo André (Lobo Ferreira e Calado (1989) e Delgado Rodrigues e Roque (1990; *in* Hidroprojecto *et al.*, 1999). As captações no Plio-Plistocénico grosseiro podem obter caudais até 10 l/s e no Miocénico desde 4 l/s a mais de 10 l/s (Silva e Almeida, 1982)

Podendo-se assim concluir, com base nos valores de 39 captações distribuídas por toda a massa de água subterrânea, com caudais entre 0,03 a 125,0 l/s, que os valores mais baixos ocorrem no extremo Norte da massa de água subterrânea e os valores mais elevados localizam-se a Nordeste de Sines e na região de Santo André (Hidroprojecto *et al.*, 1999).

Em ERHSA (2001) é apresentada a distribuição espacial de caudais nesta massa de água subterrânea tendo por base o registo de um conjunto de captações instaladas quer no aquífero superior, quer no inferior.

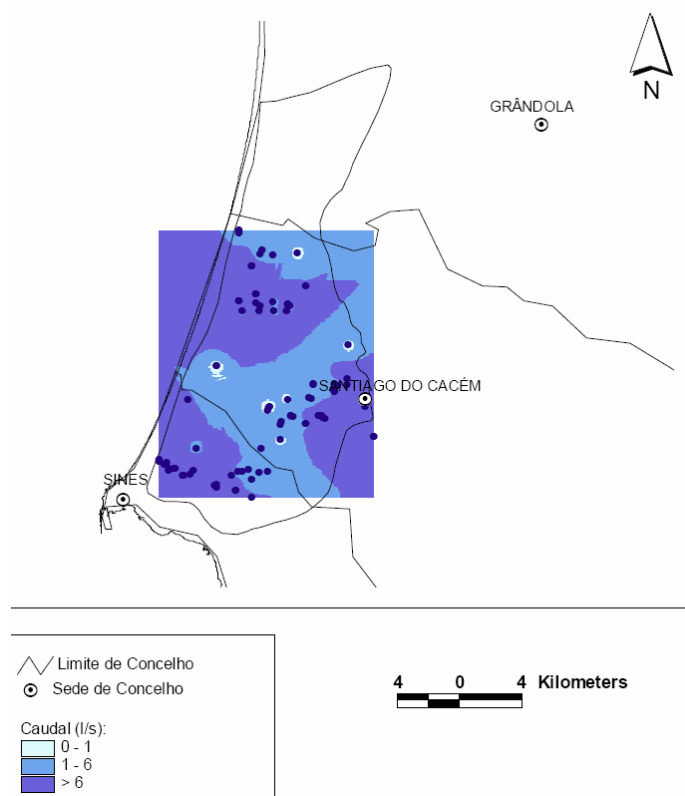


Figura 2.2.28 – Distribuição de caudais na massa de água subterrânea de Sines (ERHSA, 2001)

### C. Composição química da água captada

Em termos de fácies predominante tem-se uma água bicarbonatada cálcica ou magnésiana. No entanto, é possível associar as diferentes fácies aos vários aquíferos. Assim as águas bicarbonatadas cálcicas estão associadas aos aquíferos carbonatados do Miocénico marinho, e as águas com fácies cloretadas sódicas e bicarbonatadas calco-sódicas estão associadas aos aquíferos detríticos do Plio-quadernário.

### D. Localização dos pontos das massas de águas subterrâneas nos quais é directamente descarregada água

Estão actualmente inventariadas 34 descargas de potenciais fontes de poluição pontual sobre a massa de água subterrânea de Sines. Destas 34 descargas 42% correspondem a origens urbanas e 50% a origens industriais. É particularmente evidente a concentração das descargas de origem industrial em torno da cidade de Sines, enquanto que as descargas urbanas apresentam uma distribuição mais dispersa, embora

as localizações sejam essencialmente no limite Norte da massa de água subterrânea e próximo da zona de confronto com a massa de água subterrânea da Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado.

#### E. Taxas de descarga

No Quadro 2.2.105 apresentam-se as taxas de descarga de CBO<sub>5</sub>, CQO, N, P e SST por tipo de origem.

Quadro 2.2.105 – Taxas de descarga por origem na massa de água subterrânea de Sines

<b>Sines</b>		
<b>Cargas urbanas</b>	<b>(kg/ano)</b>	<b>% do total</b>
CBO <sub>5</sub>	87.134	20
CQO	198.942	16
N	36.955	16
P	6.460	14
SST	144.407	32
<b>Indústrias não alimentares</b>	<b>(kg/ano)</b>	<b>% do total</b>
CBO <sub>5</sub>	1.848	0
CQO	18.476	1
N	92	0
P	18	0
SST	3.079	1
<b>Suiculturas</b>	<b>(kg/ano)</b>	<b>% do total</b>
CBO <sub>5</sub>	344.430	80
CQO	1.040.859	83
N	194.919	84
P	39.681	86
SST	296.949	67

De acordo com as licenças ambientais das indústrias em operação na ZILS existe um conjunto de compostos químicos que devem ser monitorizados, os quais são potenciais contaminantes de águas subterrâneas. Apresenta-se de seguida uma lista destes compostos para a globalidade das licenças ambientais da ZILS.

Esta lista não representa a contaminação existente nas descargas de efluentes industriais tratados, mas sim um conjunto de compostos que podem ocorrer nesses efluentes:

- Cianetos totais

- Cloretos
- Fluoretos
- Sulfuretos
- Sulfatos
- Sulfitos
- Nitratos
- Nitritos
- Metais (Ferro, Manganês, Alumínio, Arsénio, Selénio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Crómio, Cobalto, Mercúrio, Níquel, Prata, Vanádio, Zinco, Titânio)
- Hidrocarbonetos Totais
- Óleos minerais
- Óleos e gorduras
- Detergentes
- BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos)
- Antraceno
- Naftaleno
- PAH
- MTBE (aditivo da gasolina)
- Fenóis
- Fluoranteno
- Isopropilbenzeno (cumeno)
- Triclorobenzeno
- Hexaclorobenzeno
- Hexaclorobutadieno
- Octilfenóis
- Nonilfenóis
- 2-amino-4-clorofenol
- Dietilamina
- Tricloetileno (TCE)
- Tetracloroetileno (PCE)
- PCBs



#### F. Composição química das águas descarregadas

A informação disponível sobre as características físico-químicas das descargas efectuadas na massa de água subterrânea diz essencialmente respeito aos parâmetros CBO<sub>5</sub>, CQO, azoto amoniacal (N), fósforo (P) e sólidos suspensos totais (SST).

Quadro 2.2.106 – Características físico-químicas das descargas na massa de água subterrânea de Sines

Sines	
Descargas totais (kg/ano)	
CBO <sub>5</sub>	433.412
CQO	1.258.277
N	231.966
P	46.160
SST	444.435
<b>Total</b>	<b>2.414.250</b>

#### G. Ocupação e actividades na área de drenagem a partir das quais as massas de água subterrânea recebem recarga

A ocupação da massa de água subterrânea é muito diversificada (Figura II.3.1 no Anexo II.3), sendo que as florestas ocupam 65%, com extensões assinaláveis de mata de produção, quer de pinheiro bravo, quer de eucalipto, bem como de montado de sobro, este último, nos terrenos envolventes às linhas de água e, as áreas agrícolas heterogéneas 20%, que apesar da sua localização, apresenta alguma diversidade, que passa por terrenos de sequeiro e de regadio, ocupando as envolventes das principais linhas de água.

A indústria e a ocupação urbana estão pouco representadas, com apenas 2% cada uma. A indústria, apesar de ter uma ocupação reduzida relativamente à totalidade da área da massa de água subterrânea, encontra-se bastante concentrada na zona industrial de Sines. Esta concentração é significativa pois as actividades industriais aí desenvolvidas são potenciais contribuições para poluição da massa de água subterrânea. Grande parte da actividade industrial está relacionada com a refinação de petróleo, petroquímica e produção de energia a partir de combustíveis fósseis, tendo associados o armazenamento, transporte e manipulação de inúmeras substâncias que podem penetrar no meio subterrâneo vindo a contaminar a massa de água subterrânea, tais como, hidrocarbonetos, solventes, enxofre, metais pesados, e diversos tipos de compostos orgânicos e inorgânicos.

No final dos anos oitenta, estavam ocupados cerca de 600 ha com indústrias como a Central Termoeléctrica a carvão, a Refinaria da Petrogal ou a Petroquímica da Borealis (antiga CNP e futura

Repsol). Actualmente, a **Zona Industrial e Logística de Sines (Zils)** é a maior área de unidades industriais e logísticas da Península Ibérica, dispendo de mais de 2 000 ha de áreas vocacionadas para actividades industriais, logísticas e de serviços, contando já com algumas das maiores empresas nacionais e estrangeiras:

- **Artenius Sines PTA, SA**, responsável por uma unidade de produção de produtos petrolíferos refinados.
- **Carbogal** – Carbonos de Portugal, SA, é a única empresa que em Portugal produz “negro de fumo”, a matéria-prima para o fabrico de pneus.
- **CPPE** – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, SA, empresa pertencente ao Grupo EDP/EDP Produção – Gestão da Produção de Energia, SA, é a entidade responsável pela operação da Central Termoelectrica de Sines.
- **Enerfuel** – Produção de Biocombustíveis, Lda, que faz a gestão de operação de uma unidade de produção de biocombustíveis.
- **Euroresinas** – Indústrias Químicas, SA, é a entidade responsável pela operação da Indústria de Formaldeído e Resinas Sintéticas.
- **Ibera** – Indústria de Betão, SA, tem como actividade o fabrico e comercialização de betão pronto
- **Kimaxtra** – Produtos de Construção, tem com actividade a produção de cimento a partir de clinker
- **Metalsines** – Companhia de Vagões de Sines, SA, tem actividade no sector de Produção e Processamento de metais.
- **Mossines** – Cimentos de Sines, SA, tem como actividade o fabrico de cimento a partir de clinker
- **Petrogal** – Petróleos de Portugal, SA, é uma empresa subsidiária da Galp Energia SGPS e a responsável pela operação da Refinaria de Sines e pela Nova Central de Cogeração, que integra a instalação da refinaria.
- **Recipneu** – Empresa Nacional de Reciclagem de Pneus, Lda, cuja actividade principal é a reciclagem de produtos não metálicos.
- **Repsol Polímeros e Repsol** – Produção de Electricidade e Calor, ACE.
- **Companhia Logística de Combustíveis SA** – construiu em 1996 um oleoduto multiproduto com 147,4 km, em que a zona entre Sines e Setúbal se localiza na área da RH6, que transporta sequencialmente e por ciclos diversos produtos petrolíferos (gasóleo, gasolina, butano, propano e Jet-A1).

O potencial de contaminação por derrame dos produtos armazenados é um factor relevante de risco, dada a vulnerabilidade do aquífero superficial livre. Uma forma de minimizar este risco passa por um controlo e manutenção das instalações, das próprias unidades industriais e pela diminuição dos custos de impacte, ou seja, por uma maior e melhor monitorização.

#### H. Ficha resumo da massa de água em risco

No quadro seguinte é possível observar as principais características da massa de água subterrânea de Sines.

Quadro 2.2.107 – Ficha resumo para a massa de água subterrânea de Sines

<b>Sines</b>		
<b>Características gerais</b>		
Unidade Hidrogeológica	Orla Ocidental	
Área total (km <sup>2</sup> )	250	
Tipo de aquífero	Livre a confinado – multicamada	
Meio de escoamento	Poroso e cársico	
Reservas (hm <sup>3</sup> )	130/880	
Estratigrafia/Litologia e espessuras (m)	Calcários, margas e conglomerados de Deixa-o-Resto	≈600
	Calcários do Monte Branco	50
	Calcários de Rodeado	200
	Dolomitos, margas dolomíticas e calcários de Fateota	100 a 230
	Complexo Vulcano-Sedimentar	≈170
	Complexo Pelítico-carbonatado Evaporítico de Silves	15 a 40
	Formação de Grés de Silves	28 a 120
	Formação de Mira	Milimétrica a centimétrica
	Formação de Mértola	1.000 a 3.000
Piezometria (m)	7,5 a 38,9	
Zonas de descarga principais	Rede hidrográfica	
Relação entre rios e águas subterrâneas	Conexão hidráulica do aquífero superior com as ribeiras de Melides, Ponte, Badoca e Sancha	
Relação entre água salgada e águas subterrâneas	Existe conexão hidráulica provável do aquífero carbonatado profundo com o mar	
Captações de água subterrânea para abastecimento público (n.º)	38*	

<b>Sines</b>		
Utilizadores principais	Privados (rega – 35% das captações) e abastecimento público (Águas de Santo André, S.A., CM Grândola, CM Santiago do Cacém, CM Sines)	
<b>Características hidráulicas</b>		
Transmissividade (m <sup>2</sup> /dia) (mín-máx)	Cobertura areno-argilosa	90
	Formações carbonatadas jurássicas	1.000
Produtividade (l/s)	Aquífero Plio-Quaternário	5 - 10 (valores médios) (Lobo Ferreira e Calado, 1989) 1,2 - 9,6 (INAG, 1997)
	Aquífero Mio-Pliocénico	3 - 10 (> 20) (Lobo Ferreira e Calado, 1989 e Delgado Rodrigues e Roque, 1990) Máximo 10 (Plio-Plistocénico grosseiro) e 4 - >10 (Miocénico) (Silva e Almeida, 1982)
	Aquífero jurássico	3 - 70 (máximo de 100) 0,3 - 125 (INAG, 1997)
Caudal específico (l/s.m)	Formações cenozóicas	0,07-0,41 (Lavaredas e Silva, 1998)
	Formações carbonatadas jurássicas	0,01-26,6 (Lavaredas e Silva, 1998)
<b>Características hidroquímicas</b>		
Fácies (Diagrama de Piper)	Bicarbonatada cálcica ou mista	
Qualidade da água para rega (Diagrama de Wilcox)	C2SI (60%) e C3SI (40%) – médio a alto perigo de salinização e baixo perigo de alcalinização do solo	
Qualidade da água para consumo humano	Frac	
<b>Massas de águas subterrâneas associadas a ecossistemas aquáticos superficiais ou ecossistemas terrestres</b>		
Estimativas das direcções e caudais de transferências de águas entre as massas de águas subterrâneas e os sistemas de superfície associado	s.i.	

<b>Sines</b>		
<b>Características hidrogeológicas das massas de águas subterrâneas</b>		
Condutividade hidráulica (m/dia)	90 a 1 000	
Porosidade (média, mín-máx) % valores tabelados	<b>Rochas carbonatadas</b>	<b>0,5 (0 – 1)</b>
	<b>Rochas detríticas</b>	<b>16 (6 – 28)</b>
	Biocalcarenito	3 (0,5 – 20)
	Arenito fino	10 (0 – 20)
	Areia com seixo	25 (10 – 35)
	Areia e cascalheira	25 (15 – 35)
Confinamento	Confinado ou semiconfinado pelos níveis miocénicos e plio-quadernários	
<b>Características dos solos e depósitos de superfície na área de drenagem</b>		
Espessura (m)	Níveis de praias (Plistocénico)	90-100, 60-70, 30-40 e 15-20
	Terraços (Plistocénico)	5 - 30
	Aluviões (Holocénico)	Pouco desenvolvidas
Condutividade hidráulica (mm/h)	0,0029 – 0,29	
Solo (mm)	Podzóis (Ap) – espessura até 2 000	
Propriedades de adsorção	Baixas (varia com a quantidade de matéria orgânica)	
<b>Estratificação das massas de águas subterrâneas</b>		
s.i.		
<b>Vulnerabilidade à poluição</b>		
EPPNA	V3 (área de 238 km <sup>2</sup> ) – vulnerabilidade média a alta	
DRASTIC médio (mín – máx)	185 (85 - 197) - vulnerabilidade alta	
<b>Pressões</b>		
Industria e agro-pecuária		
<b>Classificação do risco</b>		
Em risco devido a concentrações de PAH's (0,10 µg/l), BTEX (5,20 µg/l) e TBH (280,00 µg/l)		
<b>Cumprimento dos objectivos ambientais</b>		
Não (zonas protegidas e qualidade geral)		

s.i. Sem informação; mín Mínimo; máx Máximo

\* Inclui as 5 captações de Monte do Feio. Estas captações não se encontram licenciadas pela ARH Alentejo devido ao facto dos respectivos perímetros de protecção se encontrarem sobre a Zona Industrial e Logística de Sines, facto a que acresce o problema de contaminação relacionado com a actividade industrial aí desenvolvida. Actualmente, algumas destas captações já se encontram desactivadas.

## 2.2.11. Identificação das zonas potenciais para a promoção da recarga de aquíferos

### 2.2.11.1. Introdução

A Lei da Água (Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro) define **zona de infiltração máxima** como a área em que, devido à natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições especialmente favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos.

O Artigo 38.º da Lei da Água define que as zonas de infiltração máxima para recarga de aquíferos para captação de água para abastecimento público de consumo humano devem ter uma utilização condicionada de forma a salvaguardar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, nomeadamente através de:

- delimitação de zonas especiais de protecção para a recarga de aquíferos
- definição e aplicação de regras e limitações ao uso desse espaço, condicionante do respectivo licenciamento

O regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN) considera as zonas de infiltração máxima como áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos, sendo integradas em regime de REN como áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre (Artigo 4.º, Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto). Constituem, de acordo com a alínea d), secção II do referido diploma, áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração.

No Desenho 4.2.1 e no capítulo 4.2 referente às zonas protegidas, e de acordo com a informação disponibilizada pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo e do Algarve, são apresentadas as áreas de máxima infiltração já integradas no regime da REN.

De acordo com o Caderno de Encargos do Plano de Gestão das Bacia Hidrográficas integradas na RH6, para as zonas de infiltração máxima devem ser definidos os critérios para a:

- futura identificação das zonas especiais de protecção para a recarga de aquíferos onde existem captações de água destinada ao abastecimento público de água para consumo humano;
- definição de condicionantes a serem consideradas para efeitos de licenciamento do seu uso ou ocupação.

### 2.2.11.2. Critérios para a identificação das zonas especiais para a recarga de aquíferos

Para a identificação e delimitação das **zonas de infiltração máxima** propõe-se a aplicação das metodologias desenvolvidas por Oliveira e Lobo Ferreira (2002). Estas metodologias foram já aplicadas numa primeira versão no Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo e numa fase mais evoluída da metodologia no concelho de Montemor-o-Novo e na área afectada ao sistema aquífero da Mexilhoeira Grande (Algarve).

De acordo com Oliveira e Lobo Ferreira (2002) são considerados como principais parâmetros influentes no processo de infiltração:

- as características geológicas/hidrogeológicas locais;
- a natureza do solo;
- o uso do solo;
- a declividade dos terrenos.

Para cada um destes parâmetros identificam-se seguidamente os factores que mais favorecem o processo de infiltração.

Quadro 2.2.108 – Parâmetros influentes no processo de infiltração

Parâmetros	Factores que potenciam a infiltração
Características geológicas	Os terrenos muito porosos, carsificados ou muito fracturados possuem uma elevada permeabilidade e favorecem o processo de infiltração
Natureza do solo	Quanto maior a permeabilidade dos solos, menor é o escoamento superficial e maior é o potencial de infiltração

Parâmetros	Factores que potenciam a infiltração
Uso do solo	A relação entre o tipo de uso/ocupação dos solos e as características dos mesmos determina a quantidade de água armazenável no solo e que pode ser utilizada para a evapotranspiração (AGUT) e, conseqüentemente, pode estar disponível para a infiltração profunda. Quando menor o AGUT maior é o potencial de infiltração.
Declividade dos terrenos	Um relevo suave a plano favorece a infiltração em detrimento do escoamento superficial

Para a aplicação desta metodologia apresenta-se uma ficha com a discriminação dos conteúdos mínimos propostos para a identificação e delimitação de zonas de infiltração máxima.

Quadro 2.2.109 – Parâmetros mínimos para identificação e delimitação de zonas de infiltração máxima

Parâmetros
<b>Características geológicas</b>
<p><b>Variáveis a considerar:</b></p> <p>Identificação de unidades geológicas muito porosas</p> <p>Identificação de unidades geológicas cársicas</p> <p>Identificação de unidades geológicas muito fracturadas</p> <p><b>Fontes de informação:</b></p> <p>Cartas Geológicas de Portugal, à escala 1:50 000, 1:25 000 ou superior, publicadas pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia</p> <p>Levantamentos geológicos locais</p>
<b>Natureza do solo</b>
<p><b>Variáveis a considerar:</b></p> <p>Identificação das classes de solos</p> <p>Correspondência entre os tipos de solos e o potencial de escoamento:</p> <p>Tipo A – solos com baixo potencial de escoamento directo e elevadas intensidades de infiltração, mesmo quando completamente humedecidos</p> <p>Tipo B – solos com potencial de escoamento directo abaixo da média e intensidades de infiltração moderadas, quando completamente humedecidos</p> <p>Tipo C – solos com potencial de escoamento directo acima da média e baixas intensidades de infiltração, quando completamente humedecidos</p> <p>Tipo D – solos com potencial de escoamento directo elevado e intensidade de infiltração muito baixa, quando completamente humedecidos</p> <p><b>Fontes de informação:</b></p> <p>Cartas de Solos, à escala 1:50 000, 1:25 000 ou superior, publicadas pela Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural</p>



Parâmetros
<b>Uso do solo</b>
<p><b><u>Variáveis a considerar:</u></b></p> <p>Identificação das classes de uso e ocupação do solo</p> <p>Classificação dos usos e ocupações dos solos de acordo com a sua afectação na quantidade de água disponível para ser armazenada no solo e utilizável para a evapotranspiração (AGUT<sup>1</sup>)</p> <p><b><u>Fontes de informação:</u></b></p> <p>Carta Corine Land Cover, à escala 1:100 000 ou superior, publicada pelo Instituto Geográfico Português</p> <p>Levantamentos locais</p>
<b>Declividade dos terrenos</b>
<p><b><u>Variáveis a considerar:</u></b></p> <p>Classificação do relevo nas seguintes classes:</p> <p>&lt;2%</p> <p>2% - 6%</p> <p>6% - 18%</p> <p>&gt; 18%</p> <p><b><u>Fontes de informação:</u></b></p> <p>Modelo Digital de Terreno</p>

Tendo por base estes parâmetros consideram-se como critérios para a definição de zonas de máxima infiltração a conjugação dos seguintes factores:

- áreas planas ou de relevo suave;
- áreas com afloramentos cársicos;
- áreas com solos com baixo a moderado potencial de escoamento directo e elevadas a moderadas intensidades de infiltração;
- áreas onde a quantidade máxima de água utilizável para a evapotranspiração (AGUT) é inferior a 100 mm.

Propõe-se ainda que as áreas identificadas pela metodologia anteriormente referida sejam aferidas através da aplicação do **Índice de Facilidade de Infiltração ( $I_{FI}$ )**. O  $I_{FI}$  agrega os factores que são considerados para a definição de zonas de máxima infiltração (tipo de solo, declives, AGUT e geologia), permitindo efectuar um zonamento espacial com a distribuição das áreas com maior ou menor facilidade de infiltração e também definir zonas de máxima infiltração através do estabelecimento de um valor limite.

---

<sup>1</sup> AGUT = produto da profundidade das raízes das plantas pela capacidade utilizável do solo

O  $I_{FI}$  é calculado pela seguinte expressão:

$$I_{FI} = I_{solo} + I_{declive} + I_{AGUT} + I_{geologia}$$

sendo que os valores a atribuir a cada um dos índices parciais que compõem o  $I_{FI}$  são determinados da seguinte forma.

Quadro 2.2.110 – Classes dos diferentes factores que permitem a determinação do índice de facilidade de infiltração

Parâmetro	Classe	Valor
Tipo de solo	A	10
	B	8
	C	4
	D	1
Declive (%)	<2	10
	2 – 6	9
	6 – 12	5
	12 – 18	3
	>18	1
AGUT (mm)	<50	10
	51 – 100	9
	101 – 150	8
	151 – 200	7
	201 – 250	6
	251 – 300	5
	301 – 350	4
	351 – 400	3
	401 – 450	2
	>450	1
Geologia	Formações porosas, carsificadas e/ou muito fracturadas em contacto com a superfície	30
	Restantes formações	0

Consideram-se zonas de máxima infiltração as áreas em que é obtido um  $I_{FI}$  superior a 26.

Quadro 2.2.111 – Índice de Facilidade de infiltração

Índice de Facilidade de Infiltração	
Valores	Facilidade
3-10	Baixa  ↓  Alta
11-15	
16-18	
19-20	
21-22	
23-24	
25-26	
27-28	
29-30	
>30	

### 2.2.11.3. Critérios para a definição de condicionantes a serem consideradas para efeitos de licenciamento

As áreas que constituam zonas de infiltração máxima para recarga de aquíferos para captação de água para abastecimento público de consumo humano devem ter uma utilização condicionada, nomeadamente através de:

- delimitação das zonas especiais de protecção para a recarga de aquíferos;
- definição e aplicação de regras e limitações ao uso das zonas especiais de protecção para a recarga de aquíferos, condicionante do respectivo licenciamento;
- tipificação dos condicionamentos de utilização das zonas especiais de protecção para a recarga de aquíferos;
- programação de intervenções nas áreas de maior infiltração.

A delimitação de zonas especiais de protecção deverá ser efectuada através da delimitação gráfica das zonas identificadas, dentro das quais se condicionarão actividades susceptíveis de prejudicar os abastecimentos públicos. Sendo normalmente zonas extensas, a definição física no terreno não poderá ser efectuada. A excepção a esta situação poderá ser o caso das zonas cársicas, onde se identifique claramente uma dolina, um algar, ou um sumidouro, casos em que se deverá isolar a área através de uma vedação em rede que impeça o acesso e a presença de pessoas e animais.

As regras e limitações propostas ao uso destas zonas são:

- aplicação de regras semelhantes à que existem para as zonas de protecção intermédia e alargada às captações de água subterrânea, com actividades condicionadas e interditas, nomeadamente indústrias e novos empreendimentos de carácter urbano;
- em relação à agricultura, definição das tipologias permitidas e controlo rigoroso dos volumes de poluentes a usar (evitar por exemplo arrozais e outras culturas com grande risco de contaminação para as águas subterrâneas);
- proibição absoluta de existência de gado estabulado e estabelecimento de limites do número de cabeças de gado por hectare, de acordo com o grau de infiltração;
- condicionar a taxa de exploração máxima de água nessas áreas aos excedentes entre os volumes médios anuais usados nos abastecimentos públicos e os 90% dos valores médios de infiltração anuais.

A tipificação dos condicionamentos deverá ter em consideração restrições legislativas semelhantes às impostas para os perímetros intermédios e/ou alargados de protecção às captações públicas, adequadas às condições locais.

O programa de intervenção nas áreas de maior infiltração deverá ou poderá passar por:

- impedimento total de uso do terreno (no caso específico de zonas cársicas perfeitamente identificadas, como as dolinas, algares ou sumidouros);
- limpeza do espaço em relação a qualquer depósito de materiais orgânicos ou inorgânicos (as zonas cársicas são muitas vezes usadas como depósitos de resíduos clandestinos);
- arborização (tendencialmente substituir áreas agrícolas por florestais);
- sensibilização dos agricultores para a utilização de técnicas agrícolas menos agressivas para o ambiente hídrico (controlo rigoroso dos volumes de fertilizantes e pesticidas a utilizar, ou adaptação dos mesmos à agricultura biológica, por exemplo);
- controlo do número de animais por hectare;
- inventariar e controlar todas os pontos de extracção de água nestas áreas, bem como os respectivos caudais, obrigando à instalação de caudalímetros nessas captações.

Como recomendação genérica, os licenciamentos de extracção de águas subterrâneas, quer nas massas de água subterrânea destinadas a abastecimento público, quer nas restantes (somatório da utilização pública e privada da água), nunca deverá exceder os 90% dos volumes de infiltração média previstos para o aquífero na sua globalidade. Quando a totalidade das explorações numa massa de água subterrânea se

aproximar dos 90% dos volumes médios de infiltração, as extracções passam a estar muito próximas dos volumes renováveis anuais, correndo sérios riscos de se entrar nas reservas permanentes do aquífero, ponto a partir do qual o aquífero será considerado em sobreexploração. As licenças de exploração de águas subterrâneas devem então estar condicionadas à volumetria total das extracções para cada aquífero, passando a recusar novas captações quando estes limites forem atingidos, excepto quando outros utilizadores deixem de utilizar as suas captações.

## Bibliografia

ALMEIDA, C., MENDONÇA, J. L., JESUS, M. R. & GOMES, A. J. (2000). *Actualização do Inventário dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental* [Actualization of the Inventory of the Aquifer Systems of Continental Portugal]. Centro de Geologia e Instituto da Água, Report doc. Elect., CD-Rom.

ALVES, M. H., BERNARDO, J. M., FIGUEIREDO, H. D., MARTINS, J. P., PÁDUA, J., PINTO, P. & RAFAEL, M. T. (2002). *Directiva Quadro da Água: Tipologias de rios segundo o Sistema A e o Sistema B em Portugal*, In: Actas del III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. La Directiva Marco da Água: realidades y futuros, Sevilha, Espanha, 347-354.

ALVES, M.H., BERNARDO, J.M., FIGUEIREDO, H., PÁDUA, J., PINTO, P. & T. RAFAEL (2004). *Aplicação do Sistema B da Directiva Quadro da Água na identificação de tipos de rios em Portugal Continental*. ARH Alentejo, I.P.

ALVES, M.H., BERNARDO, J.M., CORTES, R.V., FEIO, M.J., FERREIRA, J., FERREIRA, M.T., FIGUEIREDO, H., FORMIGO, N., ILHÉU, M., MORAIS, M., PÁDUA, J., PINTO, P. & T. RAFAEL (2006). *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da Directiva Quadro da Água*. ARH Alentejo, I.P.

AQEM (2002). *Manual for the application of the AQEM system*. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.

BETTENCOURT, A.M., BRICKER, S.B., FERREIRA, J.G., FRANCO, A. & MARQUES, J.C., (2003). *Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*. Development of guidelines for the application of the European Union Water Framework Directive. TICOR, IMAR/INAG, 100 pp.

BORJA, Á., FRANCO, J. & PÉREZ, V. (2000). A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

BRICKER S.B., CLEMENT, C.G., PIRHALLA, D. E., ORLANDO, S.P. & FARROW, D.R.G. (1999). *National Estuarine Eutrophication Assessment*. Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries. NOAA—NOS Special Projects Office.

BRICKER, S.B., FERREIRA, J.G., & SIMAS, T. (2003). An Integrated Methodology for Assessment of Estuarine Trophic Status. *Ecological Modelling* 169: 39-60.

CANDEIAS, I. R. R. (1997). *Estudo Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área de Viana do Alentejo – Alvito (Alentejo)*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 242 pp.

CANDEIAS, I. R. R. & SILVA, M. L. (1998). *Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos e caracterização hidráulica da formação carbonatada de Viana do Alentejo-Alvito*. 4º Congresso da Água. “A água como recurso estruturante do desenvolvimento”. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Lisboa. 14pp.

CARDOSO, J.V.C. (1965). *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese a Sul do Rio Tejo*. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa.

CARVALHOSA, A. B. & ZBYSZEWSKI, G. (1972). *Carta Geológica de Portugal Continental na Escala 1/50 000 e Notícia Explicativa da Folha 40-C VIANA DO ALENTEJO*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 24 pp.

CHAMBEL, A. & MONTEIRO, J. P. (2006). *Sistema Aquífero de Sines – Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero e Definição dos Perímetros de Protecção das Captações de Água Subterrânea das Águas de Santo André SA, com recurso a Modelação Matemática* [Hydrogeologic Study and Definition of the Wellhead Protection Zones of the Águas de Santo André SA using a Mathematical Model]. Águas de Santo André SA, Relatório Técnico [Technical Report], 83 pp.

CHAMBEL, A. & MONTEIRO, J.P. (2007). *Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero e Definição dos Perímetros de Protecção das Captações de Água Subterrânea das Águas de Santo André SA, com recurso a Modelação Matemática*. Universidade de Évora/ Universidade do Algarve. Relatório Técnico. 89pp.

CHIBELES, C. (s.d.). *Custos Energéticos da Rede de Distribuição de Água para Rega em Pressão*. Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas. Ferreira do Alentejo.

COSTA, Q. (1994a). *Execução de trabalhos destinados à recuperação do furo JKC8-Judia* [Reparation works of the water well JKC8-Judia]. Gabinete técnico de Santo André – INAG, Relatório Técnico [Technical Report], 11 pp.

COSTA, Q. (1994b). *Execução de um furo de pesquisa e eventual captação de água subterrânea destinado ao abastecimento das águas de Santo André. Furo ADSA2 – Judia* [Drilling of a prospecting borehole and water well ADSA2 – Judia for water supply of the águas de Santo André]. Gabinete Técnico de Santo André – INAG, Relatório Técnico [Technical Report], 11 pp.

CRUCES ET AL. (2002). *A Geologia no Litoral Parte II: da Lagoa de Albufeira a Setúbal*. Agência Ciência Viva Departamento de Geologia. Centro de Geologia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

DELGADO, L. M. (2003). *Caracterização hidrogeológica da Galpenergia – Refinaria de Sines – Contribuição para o seu enquadramento regional*. [Hidrogeológica characterization of Galpenergia- Sines refinery] Disciplina de projecto da licenciatura em Eng.<sup>a</sup> do Ambiente da Universidade do Algarve. Fac. Ciências do Mar e do Ambiente/Refinaria de Sines. 63pp.

DUQUE, J. (1997). *Caracterização Hidrogeológica e modelação matemática do Aquífero dos Gabros de Beja*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa, 220 p.

Everitt, B. S. & Dunn, G. (1991). *Applied Multivariate Data Analysis*. Edward Arnold, London. 316pp.

ERHSA (2001). Relatório final do Projecto *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo*. Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora.

FAME (2004). *Development, Evaluation & Implementation of a Standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (FAME)- A Contribution to the Water Framework Directive (WFD)*. Final Report. Coordinator: Joost Backx. Institute for inland water management (RIZA), The Netherlands, 78 pp.

FERNANDES, M. R. C. (1984). Execução e ensaio da sondagem de captação JKC10 (Empreitada DPSB-84/83) [Drilling and well tests of the borehole JKC10]. Gabinete da área de Sines, Relatório Técnico [Technical Report], 17 pp.

FERNANDES, P. G., CARREIRA, P., SILVA, M. O. (2006<sup>a</sup>). Identification of anthropogenic features through application of principal component analysis to hydrochemical data from the Sines coastal aquifer, SW Portugal. *Mathematical geology*. Volume 38, Number 6, 765-780.

FERNANDES, P. G., CARREIRA, P., SILVA M. O. (2006b). Geochemical modeling through groundwater mineralization appraisal: Sines coastal aquifer, SW Portugal. In: *International symposium – Aquifers systems management*, June 2006, Dijon, France, 8 pp.

FERREIRA, J.G., ABREU, P.F., BETTENCOURT, A.M., BRICKER, S.B., MARQUES, J.C., MELO, J.J., NEWTON, A., NOBRE, A., PATRÍCIO, J., ROCHA, F., RODRIGUES, R., SALAS, F., SILVA, M.C., SIMAS, T., SOARES, C.V., STACEY, P.E., VALE, C., WIT, M. & W.J. WOLFF. (2005). *Monitoring Plan for Water Quality and Ecology of Portuguese Coastal Waters*. Development of Guidelines for the Application of the European Union Water Framework Directive. IMAR. 141 pp.



FERREIRA, J. P., MOINANTE, M. J., OLIVEIRA, M., LEITÃO, T., NOVO, M. E., MOREIRA, P. & HENRIQUES, M. J. (2000). *Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área Abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado*.

FERREIRA, M. T. (COORD), M. MORAIS, R. V. CORTES, E. CABECINHA SAMPAIO, S. V. OLIVEIRA, P. J. PINHEIRO, S. J. HUGHES, P. SEGURADO, A. C. ALBUQUERQUE, A. PEDRO, S. NUNES, M. H. NOVAIS, L. T. LOPES, R. SILVA, RIVAES, C. ABREU & R. VERDAGUER (2009). *Qualidade Ecológica e Gestão Integrada de Albufeiras*. Contrato nº2003/067/INAG. Instituto da Água, I. P., Lisboa, 326 pp.

FODEN (2007). Assessment metrics for littoral seagrass under the EU WFD: outcomes of UK intercalibration with the Netherlands. *Hydrobiologia* 579: 187–197

FREITAS, M. C., ANDRADE, C., CRUCES, A., AMORIM, A., CEARRETA, A. & RAMALHO, M. J. (2002). *Coastal Environmental Changes at Different Time-scales: the Case of the Melides Barrier-Lagoon System (SW Portugal)*. In: *Littoral 2002, The Changing Coast*. EUROCOAST / EUCC, Porto. 397-402.

GONÇALVES F. & ANTUNES, T. M. (1992). *Notícia Explicativa da Carta Geológica 39-D (Torrão)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, pp 86.

HARGREAVES, G.L., HARGREAVES, G.H. & RILEY, J.P. (1985). *Agricultural benefits for Senegal River Basin*. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 111(2):113-124.

HIDROPROJECTO, COBA, HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, WS ATKINS, CONSULGAL – MOTT MACDONALD, GIBB PORTUGAL, (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado* (PBH do Sado). Elaborado para o INAG, DRA Alentejo e DRA LVT. IV Volumes.

HORTA DA SILVA, J. A. & FRAGA, R. (1980). *Sedimentos Plio-Plistocénicos da área de Sines. Caracterização geológico-geotécnica e implicações práticas no domínio das geociências aplicadas*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Livro de Homenagem ao Professor Doutor Carlos Teixeira, Volume XXII, Lisboa, 1980-81, 273-283.

HORTA DA SILVA, J. A. & ALMEIDA, F. (1982). *Condições hidrogeológicas na área de Sines* [Hydrogeologic conditions of the area of Sines]. Gabinete da Área de Sines, Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção, Technical Report nº 22/82, Vol. I and II.

IIHÉU M., MATONO P., FORMIGO N., FERREIRA M. T., RAPOSO DE ALMEIDA P., CORTES R. , BERNARDO J. M. (2008). *Tipologia e Cenários Biológicos do Elemento Peixes*. *Revista da APRH*, vol. 30, n.º 2.

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, 236 pp.

INAG (2002). *Qualidade da Água em Estuários Portugueses, Estuário do Mira*. Directiva do Tratamento de Águas Residuais Urbanas (91/271/CEE), Directiva dos Nitratos de Origem Agrícola (91/676/CEE). INAG, Lisboa.

INAG (2005). *Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na Directiva Quadro da Água*, Setembro.

INAG (2006). *Monitorização do Estado Quantitativo e Químico da Água Subterrânea. Volume IV. Região Hidrográfica do Sado e Mira e Região Hidrográfica do Guadiana*. Relatório Final.

INAG (2008a). *Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I – Caracterização Abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

INAG (2009). *Qualidade Ecológica e Gestão Integrada de Albufeiras*. (Coordenação: M. T. Ferreira). Contrato nº 2003/067/INAG, Lisboa, Março 2009. Instituto da Água, I. P., 326 pp.

INVERNO, C. M. C., MANUPPELLA, G., ZBYSZEWSKI, G., PAIS, J. & RIBEIRO, M. L. (1993). *Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000 e Notícia explicativa da folha 42-C SANTIAGO DO CACÉM* [Geologic map 42-C, Santiago do Cacém, at the scale 1:50,000 and explanatory text]. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 75 pp.

LAVAREDDAS, J. M. & SILVA, M. O. (1998). *Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do sistema aquífero de Sines*. Lisboa, Comunicação apresentada ao 4º Congresso da Água “A Água como Recurso Estruturante do Desenvolvimento”, pp. 11.

LAVAREDDAS, J. M. & SILVA, M. O. (1999). *Sines Aquifer System – Some Contributions for it's Knowledge*. In: Proceedings of the XXIX IAH Congress, Bratislava, CD-ROM, 861-865.

LE PROVOST, C., LYARD, F., MOLINES, J.M., GENCO, M.L. & RABILLOUD, F. (1998). *A hydrodynamic ocean tide model improved by assimilation a satellite altimeter-derived data set*. J Geophys Res 103(C3):5513–5529.

LOBO-FERREIRA, J. P. C., MOINANTE, M. J., OLIVEIRA, M. M., NOVO, M. E., LEITÃO, T. E., MOREIRA, P. & HENRIQUES, M. J. (1995). *Estudo da avaliação da vulnerabilidade da capacidade de recepção das águas e zonas costeiras em Portugal. Meios receptores e suas características: meios subterrâneos*. LNEC.

MANUPPELLA, G. & 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. (1983). *O Dogger de Santiago do Cacém – Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, Serviços Geológicos de Portugal, t. 69, fasc. 1, pp. 47-61

MANUPPELLA, G., PAIS, J., LEGOINHA, P., REY, J., BARLOMEU, A., RODRIGUES, A., RAMALHO, M. M., LEINFELDER, R., TELLES ANTUNES, M., DIAS, R. P., BAPTISTA, R., CARDOSO, J. L., VEIGA FERREIRA, O. (1994) *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Folha 38-B - Setúbal*. Instituto Geológico e Mineiro.

MARGALEF, R. (1968). *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press.

MARQUES, J.C., SALAS, F., PATRÍCIO, J., TEIXEIRA, H. & NETO, J.M. (2009). *Ecological Indicators for Coastal and Estuarine Environmental Assessment. A user guide*. WIT Press, Southampton, UK.

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

MONTEITH, J.L. (1965). *Evaporation and the environment. In the state and movement of water in living organisms*. XIXth Symposium Society for Experimental Biology, Swansea, Cambridge University Press.

MORAIS M., NOVAIS M. H, NUNES S, PEDRO A., ALMEIDA S. F. P, CRAVEIRO S. C., RODRIGUES A.M.F., CASTRO L & BARRETO CALDAS F. (2008) Validação da tipologia de rios por diatomáceas bentónicas – Implementação da Directiva Quadro da Água em Portugal Continental. Revista da APRH, vol. 30, n.º 2.

NASH, J.E. & SUTCLIFFE, J.V. (1970). *River flow forecasting through conceptual models*. Part 1. A discussion of principles. Journal of Hydrology.

NEITSCH, S.L., ARNOLD, J.G., KINIRY, J.R. & WILLIAMS, J.R. (2000a). *Soil and Water Assessment Tool, User's Manual*. Grassland, Soil and water Research Laboratory Agricultural research service.

NEITSCH, S.L., J.G. ARNOLD, J.R., KINIRY, J.R., WILLIAMS & K.W. KING (2000b). *SWAT2000 Theoretical Documentation*. Grassland, Soil and water Research Laboratory Agricultural research service.

OLIVEIRA, J. T., ANDRADE, A. S., ANTUNES, M. T., CARVALHO, D., COELHO, V. P., FEIO, M., GONÇALVES, F., MANUPPELLA, G., MARQUES, B., MONTEIRO, J. H., MUNHÁ, J., RAMALHO, M., REY, J., RIBEIRO, A., ROCHA, R. & ZBYSZEWSKY, G. (1984).

*Carta Geológica de Portugal na Escala 1/200 000 e Notícia Explicativa da Folha 7* [Geological Map Number 7 at the scale 1: 200 000 and Explanatory Text]. Serviços Geológicos de Portugal, 77 pp.

OLIVEIRA, M. & LOBO FERREIRA, J.P. (2002). *Proposta de uma metodologia para a definição de áreas de infiltração máxima*. 6º Congresso da Água.

OSPAR COMMISSION (2005). *Ecological Quality Objectives for the Greater North Sea with Regard to Nutrients and Eutrophication Effects*. OSPAR Background Document on Eutrophication. Eutrophication Series. OSPAR, 33 pp.

PARALTA, E. (2007). *Modelação hidrogeológica e estocástica com utilização de técnicas de detecção remota e determinações de isótopos de azoto para avaliação da contaminação difusa das águas subterrâneas por nitratos de origem agrícola*. Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa.

PARALTA, E., FRANCES, A. & RIBEIRO, L. (2008). *Modelação da recarga do aquífero livre miocénico da Bacia de Alvalade e do sistema aquífero dos gabros de Beja*. Actas do 9º Congresso da Água, 2 a 4 de Abril de 2008. Cascais, Portugal. <http://repositorio.ineg.pt/handle/10400.9/408>.

PATRÍCIO, J.; NETO, J.M.; TEIXEIRA, H.; MARQUES, J.C. (2007). Opportunistic macroalgae metrics for transitional waters. Testing tools to assess ecological quality status in Portugal. *Marine Pollution Bulletin* 54: 1887-1896.

PEREIRA, M. F., RIBEIRO, C. & GAMA, C., (1992). *A geologia no litoral Alentejano*. Departamento de Geociências, Centro de geofísica de Évora.

PRIESTLEY, C.H.B. & TAYLOR, R.J. (1972). *On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters*. *Monthly Weather Review*. 100:81-92.

REFCOND (2003). *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), guidance document 10, river and lakes – typology, reference conditions and classification systems*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Available via <http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library>

RIBEIRO, L. & OLIVEIRA, V. (2009). *Parecer sobre a contaminação de solos e águas subterrâneas existentes sob os terrenos pertencentes ao Lote 2E1 da zona industrial e logística de Sines (ZILS)*. CVRM-IST. Lisboa. 5pp.

RODRIGUES J. D. (1985). *Estudo da qualidade das águas subterrâneas da bacia de Santo André* [Study of the groundwater quality of the Santo André basin]. Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, Relatório Técnico 177/ 85 – NP [Technical Report], Lisbon, 26 pp.

ROMARIZ, CARLOS & CARVALHO A. M. GALOPIM DE, (1973). *Dunas consolidadas da região de Sines-Porto Covo*. Lisboa: "Finisterra", Revista Portuguesa de Geografia, VIII(15): 109-112.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W. (1963). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.

SOKAL R. R. & ROHLF, F. J. (1981). *Biometry*. W.H. Freeman and Company, New York, USA, 959 pp.

TEIXEIRA, H., NETO, J.M., PATRÍCIO, J., VERÍSSIMO, H., PINTO, R., SALAS, F. & MARQUES, J.C. (2009). Quality assessment of benthic macroinvertebrates under the scope of WFD using BAT, the Benthic Assessment Tool. *Marine Pollution Bulletin* 58 : 1477-1486.

TRANCOSO, A., SARAIVA, S., FERNANDES, L., PINA, P., LEITÃO, P. & NEVES, R. (2005). Modelling macroalgae using a 3D hydrodynamic-ecological model in a shallow, temperate estuary. *Ecological Modelling* 187: 232–246.

VERMEULEN, H., LOBO-FERREIRA, J. P. & OLIVEIRA, M. M. (1994). *A Method for estimating aquifer recharge in DRASTIC vulnerability mapping*. Comunicação apresentada ao “Seminário Águas Subterrâneas e Ambiente”, realizado pela Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos em Lisboa, em Maio de 1993 e à “Second European Conference on Advances in Water Resources Technology and Management”, realizada pela European Water Resources Association, em Lisboa, em Junho de 1994, Rotterdam, A. A. Balkema.

WFD CIS (2002). *Análise de Pressões e Impactes*. Documento Guia n.º 3 (Dez 2002). Publicado por Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN n.º 92-894-5123-8

WFD CIS (2003a). *Identification of Water Bodies. WFD CIS Guidance document number 2*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). 23 pp.

WFD CIS (2003b). *Transitional and Coastal waters – Typology, reference conditions and classification systems. WFD CIS Guidance Document number 5*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Working Group 2.4 COAST, 107 pp.

WFD CIS (2003c). *Identification and Designation of Artificial and Heavily Modified Waterbodies. WFD CIS Guidance Document number 4*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Agrupamento:



WFD CIS (2003d). *Guidance Document No 5 - Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification Systems*. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Produced by Working Group 2.4 – COAST. European Community, 107 pp.

ZBYSZEWSKI, G. (1958). *Le Quaternaire du Portugal*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, XIII, Fasc. 1-2, pp. 1-225.

ZBYSZEWSKI, G., VEIGA FERREIRA, O., MANUPPELLA, G. & ASSUNÇÃO, T., (1965). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 38-B: Setúbal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 134.

### Sites

MOHID (Three-Dimensional Water Modelling System), desenvolvido pela MARETEC (IST).  
<http://www.mohid.com>

INTERSIG (s.d.). Gestor de Informação Geográfica da responsabilidade do Instituto da Água.  
<http://intersig-web.inag.pt/intersig/>

INAG, SNIRH (2010). Site do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos da responsabilidade do Instituto da Água: <http://snirh.pt>

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) <http://swatmodel.tamu.edu/>



**nemus** ●  
Gestão e Requalificação Ambiental

 **ecosistema**

**AGRO.GES**   
SOCIEDADE DE ESTUDOS E PROJECTOS

### Contactos do Agrupamento

E-mail: [nemus@nemus.pt](mailto:nemus@nemus.pt)

Tlf.: 21 710 31 60 / Fax: 21 710 31 69

Estrada do Paço do Lumiar,  
Campus do LUMIAR, Edifício D, r/c  
1649-038 Lisboa

**ARH**  
**ALENTEJO**

Administração da  
Região Hidrográfica  
do Alentejo I.P.

E-mail: [geral@arhalentejo.pt](mailto:geral@arhalentejo.pt)

Tlf.: 26 676 82 00 / Fax: 26 676 82 30

Rua da Alcárcova de Baixo, n.º 6, Apartado  
2031, EC Évora, 7001-901 Évora

Website: [www.arhalentejo.pt](http://www.arhalentejo.pt)



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

**QR**  
EN  
QUADRO  
DE REFERÊNCIA  
ESTRATÉGICO  
NACIONAL  
PORTUGAL 2007.2013

 **INALLENTEJO**  
2007.2013