

**EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva, S.A.**

---

**Volume I**  
**Relatório Síntese**  
Rf\_t02045/ 03 Mar-04

**Estudo de Impacte Ambiental**  
**do Projecto de Execução do**  
**Troço de Ligação Loureiro-Alvito**



---

# Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro - Alvito

---

## Índice de Volumes

- Volume I - Relatório Síntese**
- Volume II - Figuras**
- Volume III - Resumo Não Técnico**
- Volume IV - Anexos**



---

# Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro - Alvito

---

## Volume I - Relatório Síntese

<b>1. Introdução e Âmbito</b>	<b>1</b>
1.1. Identificação do Projecto, do Proponente e da Entidade Licenciadora	1
1.2. Equipa Técnica	1
1.3. Base Legislativa e Âmbito	2
1.4. Metodologia e Estrutura Adoptada	4
<b>2. Objectivos e Antecedentes do Projecto</b>	<b>6</b>
2.1. Objectivos do Projecto	6
2.2. Antecedentes do Projecto	7
2.2.1. Antecedentes do Sistema Global de Rega de Alqueva	7
2.2.2. Antecedentes do Subsistema de Rega de Alqueva	9
2.2.3. Antecedentes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito	22
2.2.4. Antecedentes do Dispositivo de Segregação de Águas na albufeira do Alvito	28
2.3. Enquadramento do Projecto no Subsistema de Rega de Alqueva	37
2.4. Alternativas de Projecto em Análise	44
<b>3. Descrição do Projecto</b>	<b>45</b>
3.1. Introdução	45
3.2. Enquadramento Geográfico	45
3.3. Descrição Geral	46
3.4. Descrição das Componentes de Projecto	47



3.4.1. Tomada de Água na Albufeira do Loureiro	47
3.4.2. Túnel	49
3.4.3. Obra de Saída para a Albufeira de Alvito	51
3.4.4. Acessos	53
3.4.5. Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado	55
<b>4. Caracterização da Situação de Referência</b>	<b>62</b>
4.1. Clima	62
4.1.1. Introdução	62
4.1.2. Caracterização climática	63
4.1.3. Microclima	72
4.1.4. Classificações climáticas	73
4.1.5. Síntese	76
4.1.6. Evolução da situação de referência sem projecto	77
4.2. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia	78
4.2.1. Introdução	78
4.2.2. Caracterização geológica regional	78
4.2.3. Geomorfologia	82
4.2.4. Enquadramento tectónico	83
4.2.5. Recursos Geológicos	87
4.2.6. Caracterização geológica e geotécnica do Troço de Ligação Loureiro-Alvito	88
4.2.7. Síntese	93
4.2.8. Evolução da situação de referência sem projecto	95
4.3. Solos	96
4.3.1. Tipo de solos	96
4.3.2. Capacidade de uso dos solos	98
4.3.3. Síntese	101
4.3.4. Evolução da situação de referência sem projecto	101



4.4. Recursos Hídricos	102
4.4.1. Recursos Hídricos Superficiais	102
4.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos	127
4.4.3. Síntese	133
4.4.4. Evolução da situação de referência sem projecto	135
4.5. Qualidade do Ambiente	136
4.5.1. Introdução	136
4.5.2. Qualidade do ar	136
4.5.3. Ambiente sonoro e níveis de ruído	140
4.5.4. Produção e gestão de resíduos	142
4.5.5. Síntese	147
4.5.6. Evolução da situação de referência sem projecto	148
4.6. Ecologia, Flora e Fauna	149
4.6.1. Introdução	149
4.6.2. Ecossistemas terrestres	149
4.6.3. Ecossistemas aquáticos	163
4.6.4. Síntese	182
4.6.5. Evolução da situação de referência na ausência de projecto	184
4.7. Paisagem	187
4.7.1. Introdução e metodologia	187
4.7.2. Enquadramento	188
4.7.3. Morfologia	188
4.7.4. Uso do Solo	190
4.7.5. Unidades de Paisagem	191
4.7.6. Visibilidades	196
4.7.7. Qualidade Visual da Paisagem	197
4.7.8. Síntese	197



4.7.9. Evolução da situação de referência sem projecto	198
<b>4.8. Ordenamento do Território</b>	<b>199</b>
4.8.1. Introdução	199
4.8.2. Planos de Ordenamento	200
4.8.3. Servidões e restrições	210
4.8.4. Síntese	216
4.8.5. Evolução da situação de referência sem projecto	216
<b>4.9. Sócio-Economia</b>	<b>217</b>
4.9.1. Introdução	217
4.9.2. Demografia e dinâmica populacional	217
4.9.3. Estrutura económica	224
4.9.4. Qualidade de vida da população local	232
4.9.5. Síntese	240
4.9.6. Evolução da situação de referência sem projecto	241
<b>4.10. Património Histórico-Cultural</b>	<b>242</b>
4.10.1. Introdução	242
4.10.2. Metodologia	242
4.10.3. Caracterização da situação de referência	243
4.10.4. Enquadramento histórico	249
4.10.5. Síntese	250
4.10.6. Evolução da situação de referência sem projecto	251
<b>5. Avaliação de Impactes Ambientais</b>	<b>252</b>
5.1. Clima	253
5.1.1. Introdução	253
5.1.2. Fase de construção	253
5.1.3. Fase de exploração	254
5.1.4. Fase de desactivação	254



5.1.5. Síntese	254
5.2. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia	255
5.2.1. Introdução	255
5.2.2. Fase de Construção	255
5.2.3. Fase de Exploração	257
5.2.4. Fase de Desactivação	258
5.2.5. Síntese	258
5.3. Solos	259
5.3.1. Fase de Construção	259
5.3.2. Fase de Exploração	260
5.3.3. Fase de Desactivação	260
5.3.4. Síntese	260
5.4. Recursos Hídricos	261
5.4.1. Recursos Hídricos Superficiais	261
5.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos	273
5.4.3. Síntese	275
5.5. Qualidade do Ambiente	278
5.5.1. Introdução	278
5.5.2. Qualidade do Ar	278
5.5.3. Ambiente sonoro e níveis de ruído	279
5.5.4. Produção e Gestão de Resíduos	281
5.5.5. Síntese	283
5.6. Ecologia, Flora e Fauna	284
5.6.1. Ecossistemas Terrestres	284
5.6.2. Ecossistemas Aquáticos	289
5.6.3. Síntese	293
5.7. Paisagem	295



5.7.1. Introdução	295
5.7.2. Fase de Construção	295
5.7.3. Fase de Exploração	299
5.7.4. Fase de Desactivação	301
5.7.5. Síntese	301
5.8. Ordenamento do Território	303
5.9. Sócio-Economia	304
5.9.1. Fase de Construção	304
5.9.2. Fase de Exploração	305
5.10. Património Histórico-Cultural	306
5.10.1. Introdução	306
5.10.2. Fase de construção	307
5.10.3. Fase de exploração	308
5.10.4. Fase de desactivação	308
5.10.5. Síntese	308
5.11. Dispositivo de Segregação de Águas da Albufeira do Alvito	310
5.11.1 Fase de Construção	311
5.11.2. Fase de Exploração	312
5.11.3. Fase de Desactivação	313
<b>6. Medidas de Mitigação de Impactes</b>	<b>314</b>
6.1. Medidas de carácter geral	315
6.2. Clima	320
6.3. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia	320
6.4. Solos	322
6.5. Recursos Hídricos	322
6.6. Qualidade do Ambiente	324
6.6.1. Qualidade do Ar	324





6.6.2. Ambiente sonoro e níveis de ruído	324
6.6.3. Produção e Gestão de Resíduos	325
6.7 Ecologia, Flora e Fauna	330
6.7.1. Ecossistemas Terrestres	330
6.7.2. Ecossistemas Aquáticos	331
6.7.3. Caudais de manutenção ecológica	371
6.8. Paisagem	416
6.9. Ordenamento do Território	418
6.10. Sócio-Economia	419
6.11. Património Histórico-Cultural	420
6.12. Síntese das Medidas de Mitigação	422
<b>7. Programa de Monitorização</b>	<b>423</b>
7.1. Introdução	423
7.2. Recursos Hídricos Superficiais	423
7.2.1. Considerações gerais	423
7.2.2. Parâmetros a monitorizar	424
7.2.3. Locais e frequência de amostragem	424
7.2.4. Técnicas, métodos de análise e equipamentos necessários	425
7.2.5. Análise de resultados e medidas a adoptar na sequência da monitorização	426
7.2.6. Periodicidade dos relatórios de monitorização e critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização	427
7.3. Ecossistemas Aquáticos	428
7.3.1. Enquadramento	428
7.3.2. Locais de monitorização	429
7.3.3. Acções de monitorização	429
7.3.4. Periodicidade e horizonte temporal das acções de monitorização	432



<b>8. Avaliação Global do Projecto</b>	<b>435</b>
8.1. Introdução	435
8.2. Avaliação Global	436
<b>9. Lacunas de Conhecimento</b>	<b>443</b>
<b>10. Conclusões e Recomendações</b>	<b>444</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>447</b>



## Índice de Figuras

Figura 2.2.1 – Alternativas da Adução Alqueva-Alvito analisadas no Estudo Prévio do Sistema Global de Alqueva (Adaptado de HP, 1996)	12
Figura 2.2.2 – Alternativas de concepção do dispositivo de segregação de águas (adaptado de Leal, 2004a)	31
Figura 2.3.1 – Subsistema de Alqueva - Troço Alqueva-Loureiro (adaptado de EDIA, 2001)	38
Figura 2.3.2 – Subsistema de Alqueva - Troço Loureiro-Alvito (adaptado de EDIA, 2001)	39
Figura 2.3.3 – Subsistema de Alqueva - Troço Alvito-Odivelas-Barras (adaptado de EDIA, 2001)	41
Figura 2.3.4 – Subsistema de Alqueva - Troço Alvito-Pisão-Alfundão (adaptado de EDIA, 2001)	42
Figura 2.3.5 – Subsistema de Alqueva - Troço Pisão-Roxo-Alto Sado (adaptado de EDIA, 2001)	43
Figura 3.4.1 – Esquema ilustrativo dos critérios de enchimento de albufeiras adoptados	58
Figura 4.1.1 - Valores de temperatura média mensal do ar ao longo do ano no período 1951/1980	63
Figura 4.1.2 - Humidade relativa do ar ao longo do ano no período 1951/1980	66
Figura 4.1.3 - Frequência (%) e velocidade (Km/h) do vento para cada rumo no período 1951/1980	67
Figura 4.1.4 - Velocidade média do vento (Km/h) ao longo do ano no período 1958/1980	67
Figura 4.1.5 - Nebulosidade média registada de manhã e de tarde ao longo do ano (1951/1980)	68
Figura 4.1.6 - Número total de horas de sol descoberto ao longo do ano no período 1951/1980	69
Figura 4.1.7 - Evaporação média mensal ao longo do ano no período 1951/1980	70
Figura 4.1.8 - Número de dias com registo de outros meteoros ao longo do ano (1951/1980)	71
Figura 4.1.9 - Adaptação do diagrama de Emberger	74
Figura 4.1.10 - Gráfico Termopluiométrico ou diagrama ombrotérmico de Gausson	75
Figura 4.4.1 - Bacias Hidrográficas definidas no PBH do rio Sado	105
Figura 4.4.2 - Distribuição média mensal dos escoamentos em ano seco	107
Figura 4.5.1 - Sistema de Gestão de RSU da AMCAL	144
Figura 4.6.1 - Metodologia geral de definição de formas de mitigação e de gestão ecológica de obras hidráulicas em sistemas aquáticos dulçaquícolas	167
Figura 4.9.1 - Evolução da População Residente no Distrito de Évora 1950-2001	218
Figura 4.9.2 - Pirâmide etária de Portugal e Alentejo, 2001	219
Figura 4.9.3 - Variação percentual dos grupos etários entre os anos de 1991 e 2001	221



Figura 5.4.1 - Batimetria do Estuário do Sado	272
Figura 5.5.1 - Atenuação dos níveis de ruído com a distância à fonte de emissão	280
Figura 6.7.1 – Esquema simplificado de estabelecimento e composição vegetal típica de um canal	350
Figura 6.7.2 - Médias e desvios-padrão das séries dos desvios quadráticos médios dos escoamentos mensais adimensionais em 24 estações hidrométricas portuguesas em função dos respectivos valores de $\bar{H}$	374
Figura 6.7.3 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).	377
Figura 6.7.4 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01). Escoamentos mensais adimensionais	380
Figura 6.7.5 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).	381
Figura 6.7.6 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).	381
Figura 6.7.7 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).	382
Figura 6.7.8 - Curva de duração média anual do caudal médio diário: a) na secção da barragem de Alvito; b) na secção da barragem do Loureiro e c) adimensional.	393
Figura 6.7.9 - Secção da barragem de Alvito. Curvas de duração mensais médias	397
Figura 6.7.10 - Secção da barragem de Loureiro. Curvas de duração mensais médias	398
Figura 6.7.11 - Ribeira de Odivelas na secção O1. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. <b>a)</b> Curva e <b>b)</b> pormenor	399
Figura 6.7.12 - Ribeira de Odivelas na secção O2. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. <b>a)</b> Curva e <b>b)</b> pormenor	399
Figura 6.7.13 - Ribeira do Loureiro na secção L1. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. <b>a)</b> Curva e <b>b)</b> pormenor.	399
Figura 6.7.14 - Ribeira do Loureiro na secção L2. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. <b>a)</b> Curva e <b>b)</b> pormenor	400
Figura 6.7.15 - Secções das barragens de Alvito e do Loureiro. Caudais de manutenção ecológica	402
Figura 6.7.16 - Ribeira de Odivelas. Perfis transversais das secções O1 e O2	404
Figura 6.7.17 - Ribeira do Loureiro. Perfis transversais das secções L1 e L2	404
Figura 6.7.18 - Secções O1 e O2 da ribeira de Odivelas. Alturas de água (regime uniforme).	409
Figura 6.7.19 - Secções L1 e L2 da ribeira do Loureiro. Alturas de água (regime uniforme).	409
Figura 6.7.20 - Secções O1 e O2 da rib <sup>a</sup> de Odivelas. Velocidades médias do escoamento (regime uniforme)	410



Figura 6.7.21 - Secções L1 e L2 da ribª do Loureiro. Velocidades médias do escoamento (regime uniforme)	411
Figura 6.7.22 - Secções O1 e O2 da ribeira de Odivelas. Curvas de vazão (em regime uniforme)	411
Figura 6.7.23 - Secções L1 e L2 da ribeira do Loureiro. Curvas de vazão (em regime uniforme)	411
Figura 6.7.24 - Ribeira de Odivelas. Secção da barragem de Alvito. Caudais característicos do regime hidrológico e caudais de manutenção ecológica	414
Figura 6.7.25 – Ribeira do Loureiro. Secção da barragem do Loureiro. Caudais característicos do regime hidrológico e caudais de manutenção ecológica	414



## Índice de Quadros

Quadro 1.2.1 – Equipa Técnica	2
Quadro 3.4.1 – Características principais das barragens da Guioa e de Ervidal	60
Quadro 4.1.1 – Valores de Precipitação média mensal ao longo do ano no período 1951/1980	64
Quadro 4.1.2 – Limites climáticos baseados no valor do Índice Xerotérmico de Gaussen	76
Quadro 4.3.1 – Principais classes de solos na área afectada pelo projecto	98
Quadro 4.3.2 – Classes de capacidade de uso dos solos na área de estudo	99
Quadro 4.4.1 – Bacias hidrográficas definidas pelas barragens em estudo	104
Quadro 4.4.2 – Escoamentos médios anuais na área em estudo	106
Quadro 4.4.3 – Características das principais barragens afectadas pela ligação Loureiro-Alvito	107
Quadro 4.4.4 – Necessidades de água para abastecimento público	108
Quadro 4.4.5 – Necessidades de água para abastecimento público por sub-bacia	109
Quadro 4.4.6 – Consumo industrial de água por sub-bacia	109
Quadro 4.4.7 – Consumo industrial por sub-bacia	110
Quadro 4.4.8 – Regadios colectivos de iniciativa privada influenciados pelo Projecto	111
Quadro 4.4.9 – SAU, superfície irrigável, áreas regadas e necessidade de água nos concelhos do projecto	111
Quadro 4.4.10 – Necessidades de água para rega por concelho	112
Quadro 4.4.11 – Cargas poluentes de origem industrial rejeitadas no meio hídrico, por sub-bacia	113
Quadro 4.4.12 – Cargas poluentes rejeitadas no meio hídrico, por sub-bacia	114
Quadro 4.4.13 – Estimativa das cargas devidas à poluição difusa – Poluentes gerados nas áreas rurais	115
Quadro 4.4.14 – Classificação da água para as utilizações previstas	117
Quadro 4.4.15 – Principais propriedades transportadas no estuário do Sado	127
Quadro 4.4.16 – Caudais dos pontos de água localizados na envolvente do túnel	129
Quadro 4.4.17 – Características hidroquímicas dos pontos de água; iões principais	130
Quadro 4.4.18 – Características hidroquímicas dos pontos de água; metais pesados	131
Quadro 4.4.19 – Fácies química e tipo de água para rega dos pontos de água	131
Quadro 4.5.1 – Principais poluentes atmosféricos gerados pelo tráfego rodoviário	138



Quadro 4.5.2 – Valores de NO <sub>2</sub> e SO <sub>2</sub> na campanha de monitorização DCEA-FCT/UNL e DGA	139
Quadro 4.5.3 – Valores Guia e Valores Limite da legislação nacional e comunitária	139
Quadro 4.5.4 – Limites de exposição sonora segundo o RLPS	141
Quadro 4.5.5 – Tipologia dos resíduos segundo a Lista Europeia de Resíduos	145
Quadro 4.6.1 – Espécies piscícolas presentes nas bacias hidrográficas do Sado e do Guadiana (porção portuguesa), e, mais especificamente, inventariadas para os cursos de água da ribeira do Loureiro e da ribeira de Oriola/Odivelas	173
Quadro 4.6.2 – Percentagem do número total de exemplares amostrados entre 1992 e 1994 na albufeira do Alvito (F. Godinho e M.I. Castro, dados não publicados)	181
Quadro 4.7.1 – Unidades e subunidades de paisagem na área de estudo	192
Quadro 4.9.1 – Area e densidade populacional da Região do Alentejo e do Território de Portugal.	219
Quadro 4.9.2 – Evolução populacional no Concelho de Portel	220
Quadro 4.9.3 – Índice de Envelhecimento e Taxa de Dependência em 1991 e 2001	222
Quadro 4.9.4 – Taxas de Natalidade, Mortalidade e Mortalidade Infantil em 1999	223
Quadro 4.9.5 – Migrações espaciais da população do Concelho de Portel entre os anos de 1995 e 1999	223
Quadro 4.9.6 – População activa e efectivos populacionais empregados e desempregados	225
Quadro 4.9.7 – População empregada por sectores de actividade económica (1991/2001)	226
Quadro 4.9.8 – Variação percentual da população nos sectores de actividade	226
Quadro 4.9.9 – Secções da Classificação Portuguesa das Actividades Económicas (CAE)	227
Quadro 4.9.10 – Indicadores caracterizadores da agricultura no Concelho de Portel	229
Quadro 4.9.11 – Principais culturas no Concelho de Portel, sua dimensão e percentagem na SAU	229
Quadro 4.9.12 – Estrutura do efectivo reprodutor no Concelho de Portel. em 1998	230
Quadro 4.9.13 – Volume de negócios por activo dos sub-sectores do sector secundário em 1998	230
Quadro 4.9.14 – Volume de Negócios por Activo dos sub-sectores do sector terciário	231
Quadro 4.9.15 – Instalações existentes por Zona Geográfica em 1998	233
Quadro 4.9.16 – Equipamentos de saúde, Taxa de cobertura e distância média	234
Quadro 4.9.17 – Distribuição dos Equipamentos de Saúde pelas freguesias em estudo	234
Quadro 4.9.18 – Comparação do nível de ensino atingido na região, sub-região e concelho em 2001	235
Quadro 4.9.19 – Número de alunos e de pessoal docente (1999/2000)	236



Quadro 4.9.20 – Equipamentos de educação no Concelho de Portel em 1998	237
Quadro 4.9.21 – Taxa de analfabetismo em 1991 e 2001, na região, sub região e Concelho	237
Quadro 4.9.22 – Equipamentos da Segurança Social no Concelho de Portel em 1998	238
Quadro 4.9.23 – Equipamentos Culturais por freguesia do Concelho de Portel	238
Quadro 4.9.24 – Instituições Recreativas e Desportivas por freguesia do Concelho de Portel	239
Quadro 4.9.25 – Infra-estruturas Desportivas por freguesia do Concelho de Portel	239
Quadro 4.9.26 – Hotelaria e Restauração por freguesia do Concelho de Portel	239
Quadro 5.4.1 – Propriedades introduzidas pelo rio Sado (análise de sensibilidade)	271
Quadro 5.5.1 – Resíduos identificados na fase de construção	282
Quadro 6.7.1 – Características dos sistemas lênticos dos Álamos, Loureiro e Alvito	334
Quadro 6.7.2 – Síntese dos princípios e técnicas de mitigação conhecidas para IBT's	363
Quadro 6.7.3 – Sistema de Controlo de Passagem de Peixes no Troço Loureiro-Alvito	370
Quadro 6.7.4 – Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).	377
Quadro 6.7.5 – Estação hidrométrica da Amieira (24L/01). escoamentos mensais e anuais (hm <sup>3</sup> )	378
Quadro 6.7.6 – Estação hidrométrica de Odivelas (24I/01). escoamentos mensais e anuais (hm <sup>3</sup> )	379
Quadro 6.7.7 – Postos com influência nas bacias hidrográficas das barragens de Alvito e do Loureiro. Características gerais, pesos e séries de precipitação anual	385
Quadro 6.7.8 – Secção da barragem de Alvito. Valores mensais e anuais de caudais médios e de volumes afluentes	387
Quadro 6.7.9 – Barragem do Loureiro. Valores mensais e anuais de caudais médios e de volumes afluentes	388
Quadro 6.7.10 – Secções das barragens de Alvito e do Loureiro.	392
Quadro 6.7.11 – Método apresentado em INAG, DSP, 2002. Critério para a região a Sul do rio Tejo e correspondentes caudais de manutenção ecológica na estação hidrométrica de Odivelas.	394
Quadro 6.7.12 – Metodo apresentado em INAG, DSP, 2002. Estabelecimento dos caudais de manutenção ecológica nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro por transposição dos caudais na estação hidrométrica de Odivelas (24I/01).	395
Quadro 6.7.13 – Estabelecimento do regime de caudal ecológico nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro por utilização das séries de caudais médios diários afluentes àquelas secções	396
Quadro 6.7.14 – Caudais decorrentes do método do perímetro molhado (adaptado) e correspondentes caudais mensais de manutenção ecológica	401
Quadro 6.7.15 – Ribeira de Odivelas. Perfis transversais das secções O1 e O2	404





Quadro 6.7.16 – Ribeira do Loureiro. Perfis transversais das secções L1 e L2	405
Quadro 6.7.17 – Secção O1 da ribeira de Odivelas. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme).	407
Quadro 6.7.18 – Secção O2 da ribeira de Odivelas. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)	407
Quadro 6.7.19 – Secção L1 da ribeira do Loureiro. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)	408
Quadro 6.7.20 – Secção L2 da ribeira do Loureiro. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)	408
Quadro 6.7.21 – Caudais de manutenção ecológica propostos para as ribeiras do Loureiro e Odivelas	415
Quadro 6.12.1 – Medidas de Mitigação do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito	422
Quadro 7.3.1 – Periodicidade e horizonte temporal das acções de monitorização para o IBT Guadiana-Sado	433
Quadro 8.2.1 – Matriz de síntese dos principais impactes ambientais do projecto	439



# 1. Introdução e Âmbito

## 1.1. Identificação do Projecto, do Proponente e da Entidade Licenciadora

O presente Estudo de Impacte Ambiental é referente ao Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. O Troço de Ligação Loureiro-Alvito enquadra-se no contexto mais amplo do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, sendo uma das infra-estruturas hidráulicas que compõem o Subsistema de Rega de Alqueva, Bloco do Baixo Alentejo.

No contexto do Subsistema de Rega de Alqueva o Troço de Ligação Loureiro-Alvito tem como infra-estruturas directamente associadas as Barragens do Loureiro e do Alvito. O Subsistema de Rega de Alqueva compreende ainda um conjunto de outras infra-estruturas (reservatórios, canais e blocos de rega) e garantirá a rega de cerca de 51 400 ha de solos nos concelhos de Alcácer do Sal, Alvito, Cuba, Portel, Vidigueira, Ferreira do Alentejo, Beja e Aljustrel.

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é avaliado no presente Estudo de Impacte Ambiental (EIA) na fase de Projecto de Execução (FBO & WS-ATKINS, 2002), sendo o proponente a EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.

A entidade licenciadora competente é o Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente através da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDR-Alentejo).

## 1.2. Equipa Técnica

O presente Estudo de Impacte Ambiental foi elaborado pela empresa Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. A equipa técnica responsável pela execução do EIA foi dirigida pelo Doutor Pedro Bettencourt Correia e é apresentada no Quadro 1.2.1.



Quadro 1.2.1 – Equipa Técnica

<b>Equipa Técnica</b>		
<b>Técnico</b>	<b>Formação Académica</b>	<b>Função na Equipa</b>
Pedro Bettencourt Correia	Geólogo, Doutor em Geologia Marinha	Direcção de Projecto
Emanuel Viçoso	Biólogo	Coordenação de Projecto; Ecologia e Fauna Terrestre
M <sup>a</sup> Teresa Ferreira	Bióloga, Doutora em Biologia	Ecologia Aquática; Transvases
Francisco Godinho	Engenheiro Florestal, Doutor em Ecologia Aquática	Ecologia Aquática; Transvases
Manuela Portel	Engenheira Hidráulica, Doutora em Engenharia Hidráulica	Caudais Ecológicos
Sónia Malveiro	Botânica	Ecologia e Flora Terrestre; Clima
Sónia Alcobia	Geóloga	Geologia, Geomorfologia e Geotecnia; Recursos Hídricos Subterrâneos
Célia Fonseca	Geóloga	Geologia, Geomorfologia e Geotecnia; Recursos Hídricos Subterrâneos
Gonçalo Almeida	Engenheiro do Ambiente	Solos; Qualidade do Ambiente; Recursos Hídricos Superficiais; Ordenamento do Território
Elizabete Teixeira	Arquitecta Paisagista	Paisagem e Uso do Solo
Carla Durão	Geógrafa	Sócio-Economia
Pedro Neto	Arqueólogo	Património Histórico-Cultural
Gonçalo Dumas	Técnico de SIG	Cartografia e SIG

### 1.3. Base Legislativa e Âmbito

O EIA foi elaborado de acordo com a legislação vigente (Decreto-Lei n.º69/2000 de 3 de Maio), que estabelece o regime jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) dos projectos públicos e privados susceptíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente. A Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril estabelece as normas técnicas para elaboração das várias peças do EIA.

No âmbito do Decreto-Lei referido, o projecto em causa insere -se na alínea a), do número 12 do Anexo I, respeitando a “obras de transferência de recursos hídricos entre bacias hidrográficas sempre que esta



transferência se destine a prevenir as carências de água e em que o volume de água transferido seja superior a 100 milhões de m<sup>3</sup>/ano.<sup>1</sup>

Dado que o projecto em análise se encontra desenvolvido à fase de Projecto de Execução, sendo o resultado de um longo processo de desenvolvimento e avaliação de soluções (ver antecedentes de projecto no ponto 2.2), é submetida à avaliação apenas uma alternativa de projecto que é comparada a ausência de intervenção - alternativa "zero".

O processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) é definido como um instrumento de carácter preventivo da política de ambiente, sustentado na realização do Estudo de Impacte Ambiental e na consulta pública, com efectiva participação e análise de possíveis alternativas. Neste contexto, o EIA teve como principais objectivos:

- Identificar e avaliar antecipadamente os impactes e riscos que potencialmente poderão vir a ser gerados pelas infra-estruturas a implementar, permitindo uma visão geral das interacções do projecto com o ambiente e uma atempada e adequada tomada de decisão sobre a sua implementação;
- Indicar medidas e recomendações para a promoção do desenvolvimento sustentado, com vista a minorar os impactes negativos e potenciar os impactes positivos previstos, de forma a impulsionar as actividades económicas que se desenvolvem em equilíbrio com a preservação dos recursos naturais;
- Satisfazer as exigências legais estabelecidas, entre as quais se encontra o processo de consulta do público e aprovação do projecto pelo Ministério das Cidades, do Ordenamento do Território e do Ambiente.

O presente Relatório Síntese compreende, para além da descrição do projecto analisado, a caracterização da situação de referência do ambiente na zona de estudo, a avaliação de impactes e as respectivas medidas de mitigação, atendendo a todos os descritores ambientais susceptíveis de serem alterados pelas intervenções constantes do projecto. Deste modo serão abordados os seguintes descritores ambientais:

- Clima;
- Geologia, Geomorfologia e Geotecnia;

---

<sup>1</sup> A transferência de água entre as bacias do Guadiana e do Sado através do Troço de Ligação Loureiro-Alvito são da ordem dos 480 hm<sup>3</sup> por ano, em ano médio (NEMUS, 2002).



- Solos;
- Recursos Hídricos Superficiais;
- Qualidade do Ambiente;
- Ecologia, Flora e Fauna;
- Paisagem;
- Ordenamento do Território;
- Sócio-economia;
- Património Histórico-Cultural.

## 1.4. Metodologia e Estrutura Adoptada

A realização do EIA obedeceu a uma metodologia geral, em conformidade com os diversos diplomas legislativos vigentes, e com os planos de ordenamento e outros diplomas que se consideraram pertinentes para a dinâmica funcional dos sistemas em análise.

O EIA do Troço de Ligação Loureiro-Alvito foi elaborado no período de Janeiro de 2003 a Março de 2004. A estrutura do EIA procurou respeitar e responder ao nº3 do Anexo II da Portaria nº330/2001 de 2 de Abril, tendo em conta os objectivos pretendidos atrás definidos. Na execução do EIA privilegiou-se, sempre que possível, uma abordagem integrada de todas as componentes do sistema em análise. Este tipo de abordagem é particularmente relevante num projecto com as características do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, que se encontra integrado num projecto de âmbito mais vasto - o Subsistema de Rega de Alqueva.

Em análise no presente EIA encontra-se a solução desenvolvida no Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (FBO & WS-ATKINS, 2002). Dada a sua relevância para o projecto em análise foram ainda consideradas as conclusões e recomendações constantes do Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) e do Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva - Bloco Baixo Alentejo (FBO, 2001).

Neste sentido, e no seguimento do parecer da Comissão de Acompanhamento Ambiental das Infra-estruturas de Alqueva ao EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva, é também avaliada no presente EIA a implementação de um sistema hidráulico que visa segregar as águas das bacias do Guadiana e do Sado, o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, como medida de minimização aos transvases Guadiana-Sado.

O Relatório do EIA é composto pelos seguintes capítulos:



- Introdução e Âmbito (*Capítulo 1*);
- Objectivos e Justificação do Projecto (*Capítulo 2*);
- Descrição do Projecto (*Capítulo 3*);
- Caracterização da Situação de Referência (*Capítulo 4*);
- Avaliação de Impactes Ambientais (*Capítulo 5*);
- Medidas de Mitigação de Impactes (*Capítulo 6*);
- Plano de Monitorização (*Capítulo 7*);
- Avaliação Global do Projecto (*Capítulo 8*);
- Lacunas de Conhecimento (*Capítulo 9*);
- Conclusões e Recomendações (*Capítulo 10*);

A concretização do presente Relatório Síntese desenvolveu-se de uma forma faseada, tendo incluído as seguintes tarefas:

- Recolha de informação;
- Caracterização do projecto e da situação ambiental de referência;
- Avaliação de impactes potenciais;
- Avaliação das necessidades de minimização e monitorização;
- Avaliação global, conclusões e recomendações.

A escala espacial de trabalho e análise utilizada na abordagem dos diferentes descritores ambientais foi a escala micro, isto é, a área de implementação física do projecto e a sua envolvente imediata, alargando-se a análise dos descritores que se consideraram mais sensíveis a uma escala mais abrangente - escala macro.

O presente EIA compreende quatro volumes, com a seguinte organização:

*Volume I* – Relatório Síntese;

*Volume II* – Figuras e Fotografias;

*Volume III* – Resumo Não Técnico;

*Volume IV* – Anexos



## 2. Objectivos e Antecedentes do Projecto

### 2.1. Objectivos do Projecto

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito insere-se no Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), empreendimento de âmbito nacional que na sua configuração actual visa um conjunto de objectivos, designadamente:

- O fornecimento dos volumes de água necessários à concretização da rega prevista no Plano de Rega do Alentejo;
- A produção de energia;
- O abastecimento das populações e indústrias localizadas no interior da sua área de influência, incluindo o Pólo Industrial de Sines.

O Sistema Global de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva tem sido alvo de um conjunto de estudos realizados ao longo dos últimos 20 anos. A solução actual para o desenvolvimento das infra-estruturas de rega consiste na repartição da área total de rega por três subsistemas principais (EDIA, 2001): Subsistema de Alqueva, Subsistema de Pedrógão e Subsistema de Ardila.

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito integra-se no Subsistema de Rega de Alqueva. Este subsistema é composto por um conjunto de infra-estruturas de transporte e armazenamento temporário, através dos quais a água de Alqueva será transportada até aos terrenos beneficiados. O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma dessas estruturas de transporte, sendo assim parte integrante do Subsistema de Alqueva. Neste sentido o projecto em análise tem objectivos a dois níveis distintos.

Numa perspectiva mais próxima, o projecto em análise tem objectivos concretos que correspondem à função que esta infra-estrutura exerce dentro do Subsistema de Alqueva - garantir o transporte dos caudais aduzidos da albufeira de Alqueva entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito.

Numa perspectiva mais abrangente, no entanto, o objectivo final do projecto em análise é viabilizar a beneficiação dos perímetros de rega do Subsistema de Alqueva. Neste sentido os objectivos do Troço Loureiro-Alvito confundem-se com os do próprio subsistema, isto é, a beneficiação de uma área de rega de cerca de 51 400 ha no Baixo Alentejo.



## 2.2. Antecedentes do Projecto

### 2.2.1. Antecedentes do Sistema Global de Rega de Alqueva

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma infra-estrutura constituinte do Sistema Global de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), sistema este que tem como objectivo a utilização da água armazenada em Alqueva para a rega dos melhores solos do Alentejo.

Os antecedentes do aproveitamento hidroagrícola do rio Guadiana reportam a estudos realizados na década de 50, materializados no Plano de Rega do Alentejo que determinou as possibilidades de rega para todo o Alentejo, em função da natureza do solo, relevo e respectiva utilização à época. Na sequência destes estudos foi apresentado em Fevereiro de 1970 o projecto do *Aproveitamento Hidráulico do Guadiana – Barragem, Central Hidroeléctrica e Estação Elevatória de Alqueva*.

A avaliação do projecto prosseguiu durante a década de 80, tendo-se realizado vários estudos e projectos respeitando ao empreendimento de Alqueva. Na sequência destes estudos foi realizado o *Estudo de Avaliação Global do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva* (HIDROTÉCNICA PORTUGUESA/SEIA, 92), que analisou um conjunto de 12 cenários para a implementação do projecto de Alqueva. Este estudo teve por finalidade facultar aos decisores um conjunto de alternativas devidamente fundamentadas, que permitisse uma correcta tomada de decisão sobre a realização ou não do empreendimento e sobre a sua futura configuração.

Na sequência desse estudo e com base nas suas conclusões, o Estado Português tomou a decisão de arrancar com o empreendimento com uma configuração essencialmente constituída por:

- Barragem de Alqueva (NPA de 152,0 m), no rio Guadiana;
- Açude de Pedrógão (NPA de 84,8 m), contra-embalse de Alqueva;
- Central Hidroeléctrica em Alqueva, com potência instalada de 240 MW;
- Infra-estruturas para a rega de cerca de 110 000 ha, na margem direita do Guadiana, a sul de Évora.

Por sua vez, a então Comissão Instaladora da Empresa do Alqueva, antecessora da EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A., prosseguiu com o desenvolvimento de estudos, entre os quais uma *Análise Custos-Benefícios* (HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, 1994).

Esse trabalho incorpora os resultados dos estudos entretanto desenvolvidos, fazendo incidir na análise custos-benefícios não apenas os efeitos directos decorrentes das finalidades principais do





empreendimento (rega, energia, abastecimento de água urbano-industrial), mas também outros efeitos considerados passíveis de quantificação.

Em termos globais, foi mantida a configuração do empreendimento preconizada no *Estudo de Avaliação Global*; porém ao nível dos sistemas adutores de rega foram introduzidas alterações significativas, resultantes de se ter admitido como possível origem de água, para além da albufeira de Alqueva, a albufeira de Pedrógão.

Como principal conclusão destes novos estudos, foi apresentada uma comparação de duas alternativas para o sistema global, considerando que o cenário considerado até ao momento, com uma única origem de água em Alqueva, era praticamente equivalente a um novo cenário proposto com duas origens de água, beneficiando dois sistemas independentes: o de Alqueva e de Pedrógão. Posteriormente foram desenvolvidos estudos de modo a verificar esta conclusão.

Apesar desta equivalência entre os dois cenários, a análise de custos-benefícios de 1994 deixa claro que a solução com duas origens de água permite introduzir um faseamento na construção do empreendimento, o que, aliado à sua maior valia energética, constituíam factores preferenciais.

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, na sua totalidade, foi então alvo de um momento de avaliação ambiental, o *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva* (SEIA, 1995), de onde resultou um parecer positivo da parte do Ministério do Ambiente.

Posteriormente, antecedendo a abertura de concursos para a elaboração dos projectos de execução das principais infra-estruturas hidráulicas do sistema de rega, a EDIA promoveu a realização do *Estudo Prévio do Sistema Global de Rega*, concluído pela HIDROTÉCNICA PORTUGUESA em 1996.

Este estudo considerou um leque alargado de alternativas contrastantes, permitindo a análise comparada de diversas soluções, quer no que respeita às manchas de solos a regar, quer às origens de água, tendo em conta valores de ordem ambiental e social. Como conclusão do *Estudo Prévio do Sistema Global de Rega* foi decidido prosseguir os estudos dentro do seguinte enquadramento:

- Rega dos solos do Alto Alentejo ao longo do adutor Loureiro – Monte Novo, tendo em conta as restrições de natureza ambiental existentes;
- Rega dos solos da margem esquerda do Guadiana, a partir de Pedrógão ou a partir de Alqueva;
- Rega de uma parte considerável do Baixo Alentejo, na margem direita do rio Guadiana, a partir de Pedrógão, tendo em conta essencialmente a diminuição dos custos de exploração correspondente ao diferencial de energia produzida na turbinagem da água de Alqueva;



A EDIA considerou, no entanto, que o *Estudo Prévio* (HP, 1996) não se encontrava suficientemente desenvolvido a nível da configuração dos subsistemas de rega, resolvendo por isso prosseguir com os estudos específicos relacionados com o Sistema Global de Rega de Alqueva.

Após todos estes estudos, realizados ao longo dos últimos 20 anos, a solução preconizada para o desenvolvimento das infra-estruturas consiste na repartição da área total de rega por três subsistemas:

- Subsistema de Alqueva – no qual se integra o Troço de Ligação Loureiro-Alvito, com origem da água na margem direita do Alqueva;
- Subsistema de Pedrógão – com origem da água na margem direita da albufeira do açude de Pedrógão;
- Subsistema de Ardila – com origem da água na margem esquerda da albufeira do açude de Pedrógão;

## 2.2.2. Antecedentes do Subsistema de Rega de Alqueva

O Subsistema de Rega, onde o Troço de Ligação Loureiro-Alvito se integra, é um conjunto de estruturas de transporte e armazenamento hidráulico que visa beneficiar cerca de 51 400 ha no Baixo Alentejo, transportando para tal a água de Alqueva até aos terrenos beneficiados.

A configuração actual do Troço de Ligação Loureiro-Alvito resultou assim do próprio processo de desenvolvimento do Subsistema de Rega de Alqueva. A configuração base do Subsistema de Rega de Alqueva foi desenvolvida em 1996, através do *Estudo Prévio do Sistema Global do Alqueva* (HP, 1996), estudo que desenvolveu uma análise das alternativas globais consideradas para o Subsistema de Alqueva, que se descreve no ponto 2.2.2.1.

A configuração final do Subsistema de Rega de Alqueva resultante deste Estudo Prévio foi alvo de algumas alterações de pormenor (PROSSISTEMAS, 1998; TELEGESTÃO, 2000), e foi submetida a um momento de avaliação ambiental em 2001, através do *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva* (FBO, 2001), que se descreve sucintamente no ponto 2.2.2.2.

### 2.2.2.1. Estudo Prévio do Sistema Global do Alqueva (HP, 1996)

No prosseguimento dos estudos para definição de uma configuração definitiva do sistema de Alqueva, o *Estudo Prévio do Sistema Global do Alqueva* (HP, 1996) considerou um leque alargado de alternativas contrastantes, permitindo a análise comparada de diversas soluções, quer no que respeita às manchas de



solos a regar, quer às origens de água. Ao mesmo tempo, na elaboração daquelas alternativas pesaram razões de ordem ambiental e de ordem social, com destaque para a necessidade de reforço do abastecimento de água aos principais centros urbanos e industriais da região.

No que respeita às manchas de rega, o núcleo de base do Subsistema de Alqueva sempre foi as terras do bloco do Baixo Alentejo. Caminhando no sentido da optimização das manchas a regar, foi analisado neste Estudo Prévio (HP, 1996) o interesse de excluir do bloco do Baixo Alentejo áreas que apresentavam algumas limitações ao regadio, decorrentes da presença de biótipos importantes, de solos de pior qualidade, de zonas com elevada ocupação de sobreiros e vinhas, ou ainda por apresentarem patamares energéticos com custos de exploração superiores aos de manchas alternativas existentes nos outros sistemas. Estas exclusões seriam compensadas com a inclusão de outras manchas do bloco do Alto Alentejo (Évora) e até do Ardila,

No que respeita às origens de água, a comparação de alternativas realizadas neste Estudo Prévio (HP, 1996) permitiu aprofundar a análise da utilização das duas albufeiras no Guadiana: Alqueva e Pedrógão. Assim, em grandes linhas, a esquematização das alternativas centrou-se na comparação das seguintes hipóteses:

- Rega apenas dos solos da margem direita do Guadiana, com origem de água só em Alqueva ou com origem de água em Alqueva e em Pedrógão;
- Rega dos solos da margem direita, como anteriormente, e da margem esquerda do Guadiana, com origem de água em Alqueva ou em Pedrógão.

Noutros termos, as alternativas analisadas no Estudo Prévio de 1996 consideraram dois extremos: um único sistema de rega na margem direita, com origem em Alqueva, ou três sistemas de rega independentes – o sistema de Alqueva e o sistema de Pedrógão, na margem direita, e o sistema do Ardila, na margem esquerda.

No subsequente desenvolvimento dos estudos ficou demonstrado que a albufeira de Alvito, actualmente existente, com 130 hm<sup>3</sup> de capacidade útil, pensada e construída de raiz como parte integrante do plano de rega do Alentejo, é uma peça importante do sistema global de rega, qualquer que seja a configuração final que venha a ser adoptada.

Assim, a análise de alternativas do sistema de adução Alqueva-Alvito teve de preceder o desenho das diferentes alternativas das manchas a regar, pelas implicações na própria configuração do sistema global de rega. Basicamente, no Estudo Prévio de 1996 a análise de alternativas do sistema de adução Alqueva-Alvito focou duas abordagens diferentes para o sistema adutor (Figura 2.2.1):



- Utilização de uma derivação por superfície, contornando a serra de Portel por canais, sifões e túneis, passando pelas albufeiras de Álamos e Loureiro, mantendo assim a solução adoptada no *Estudo de Avaliação Global* (HP & SEIA, 1992);
- Ligação directa entre as albufeiras de Alqueva e Alvito através de túnel subterrâneo.

### ***Adução Alqueva-Alvito por Superfície***

Na solução inicial, preconizada no *Estudo de Avaliação Global* (HP/SEIA, 1992), a água é elevada da albufeira de Alqueva (NPA - 152 m; NmE - 135 m) para um canal relativamente curto à cota (235 m) que a transporta graviticamente para a albufeira de Álamos (NPA - 231,5 m). Este esquema considera que o sistema adutor Alqueva-Alvito transportaria em ano médio cerca de 820 hm<sup>3</sup>, destinados à rega de 112 000 ha na margem direita do Guadiana, e aos abastecimentos urbano-industriais, incluindo o pólo de Sines.

Da albufeira dos Álamos a água corre por gravidade até à albufeira do Loureiro (NPA - 222 m), através de um conjunto de infra-estruturas (canais, sifões e túneis), com um comprimento total de cerca de 11 km. Finalmente, da albufeira do Loureiro a água é conduzida, sempre por gravidade, em túnel e em canal, com cerca de 8 km de comprimento total, para a albufeira de Alvito (NPA - 197,5 m).

Esta solução permitia o reforço do abastecimento de água a Évora e a rega das manchas de solos do Alto Alentejo, através de um canal que ligava a albufeira do Loureiro à de Monte Novo.

À data do Estudo Prévio do Sistema Global do Alqueva (HP, 1996) o custo desta solução, incluindo os investimentos na construção das barragens de Álamos e de Loureiro, foi estimado em cerca de 139,6 milhões de euros (28 milhões de contos), a preços de 1993.

A energia consumida em ano médio na estação elevatória Alqueva-Álamos, para uma altura de elevação característica de 101,5 m, correspondente ao nível mínimo de exploração em Alqueva (NmE - 135 m), aproxima-se dos 325 GWh; para o nível médio de exploração não chega a atingir os 300 GWh.

### ***Adução Alqueva-Alvito por Túnel***

Na solução alternativa da ligação Alqueva-Alvito analisada no Estudo Prévio (HP, 1996), as albufeiras de Alqueva e de Alvito seriam ligadas por três túneis paralelos e independentes, com um diâmetro interior de 4,80 m cada, e um comprimento de cerca de 25 km.



Dado o lento crescimento das necessidades de água para rega, este esquema permitiria construir um túnel de cada vez, dilatando no tempo os correspondentes investimentos. Esta solução torna, porém, praticamente inviável o reforço do abastecimento de água a Évora, e a rega de solos do Alto Alentejo.

A preços de 1993, o custo desta solução ultrapassa 409 milhões de euros (82 milhões de contos), dos quais cerca de 149,6 milhões de euros (30 milhões de contos) nos primeiros oito anos, e cerca de 132,2 milhões de euros (26,5 milhões de contos) em cada um de dois períodos diferidos: entre o 11.º e o 13.º, e entre o 17.º e 19.º anos.

A energia consumida em ano médio nesta solução foi estimada em 200 GWh, para uma altura manométrica que varia entre um mínimo de 46 m e um máximo de 76 m.

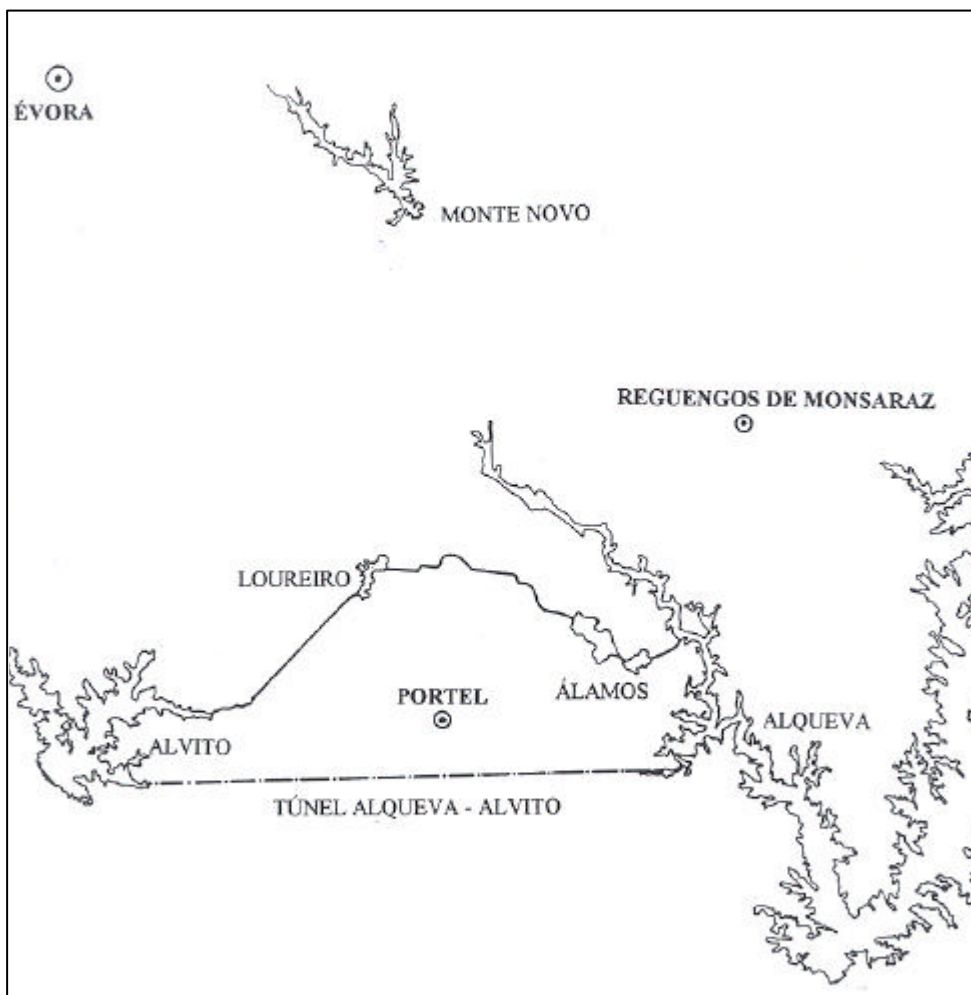


Figura 2.2.1 – Alternativas da Adução Alqueva-Alvito analisadas no Estudo Prévio do Sistema Global de Alqueva (Adaptado de HP, 1996)



### *Análise Económica das Soluções*

Numa primeira análise, verificou-se que a solução em túnel, para além de comprometer o reforço do abastecimento de água a Évora e a rega de solos do Alto Alentejo, exigia (para a hipótese de todo o sistema ter uma única tomada de água na albufeira de Alqueva) um investimento três vezes superior ao da solução Álamos-Loureiro-Alvito. Por sua vez, ao menor investimento da solução base contrapõem-se um consumo de energia, em ano médio, cerca de 50 % superior ao da solução túnel.

O custo estimado do investimento unitário por hectare atinge nas duas soluções valores de 1250 euros ( $250 \times 10^3$  escudos) e 3740 euros ( $750 \times 10^3$  escudos), e o consumo de energia em ano médio valores de 1820 e 2940 kWh/ano, respectivamente.

Determinante na opção entre as duas soluções foi o valor actual dos desembolsos – este valor calculado para a data de início das obras, à taxa de 8%, considerando os custos de investimento, de manutenção (1% do investimento) e de exploração (energia consumida a 7,5 cêntimos/kWh), durante um período de 33 anos – mostra claramente que a solução túnel ultrapassa o valor da solução Álamos-Loureiro em 50%. Deste modo, o *Estudo Prévio* (HP, 1996) foi desenvolvido com base na opção pela derivação Alqueva-Álamos-Loureiro-Alvito.

O desenvolvimento do *Estudo Prévio*, face à existência da nova albufeira de Pedrógão, veio confirmar o interesse em desdobrar o grande sistema de rega associado a Alqueva em três sistemas de rega independentes: o Subsistema de Alqueva (dividido nos blocos Alto e Baixo Alentejo); o Subsistema de Pedrógão, para a rega da zona de Beja; e o Subsistema do Ardila, para a rega de solos da margem esquerda do Guadiana.

Consequentemente, as áreas a regar directamente por Alvito, que antes cobriam 112 000 ha, reduzem-se quase para metade, facto que conjuntamente com a introdução de parâmetros menos exigentes (derivação no mês crítico de apenas 30% das necessidades anuais, em vez dos 40% antes considerados; fornecimento de água no mês crítico a 90% da área equipada; aumento do número de horas de rega), reduzem o caudal da derivação Alqueva-Alvito para menos de um terço.

A desproporção entre os caudais de dimensionamento a aduzir a Alvito (134 m<sup>3</sup>/s e cerca de 40 m<sup>3</sup>/s) recomendava, naturalmente, a reanálise do estudo inicial.

A redução do caudal de dimensionamento traduz-se, de forma significativa, no menor porte das infra-estruturas de transporte de água, no caso da derivação Alqueva-Álamos-Loureiro-Alvito e, no caso da solução túnel, na construção de um único túnel, em vez dos três inicialmente previstos.



Limitando a análise a termos económicos, a redução do caudal de dimensionamento aproxima as duas soluções, mas não ao ponto de introduzir dúvidas na decisão a tomar: a derivação Alqueva-Álamos-Loureiro-Alvito continua a exigir um consumo de energia, em ano médio, cerca de 50 % superior ao da solução túnel; mas esta exige um investimento duas vezes superior ao daquela, e o valor presente da solução túnel ultrapassa o da solução Álamos-Loureiro em quase 25%.

Aos aspectos económicos juntam-se os aspectos sociais, e mesmo políticos, relacionados com o abastecimento de água a Évora e ao regadio de solos do Alto Alentejo, com uma maior expansão espacial da área de influência do empreendimento de Alqueva. Com base nestes critérios, o Estudo Prévio de 1996 optou pela derivação Alqueva-Álamos-Loureiro-Alvito, pelo que a configuração do Subsistema de Rega de Alqueva foi posteriormente desenvolvida com base nesta solução, nomeadamente através dos estudos PROSSISTEMAS (1998) e TELEGESTÃO (2000).

De facto, apesar dos aspectos ambientais terem sido considerados neste Estudo Prévio, ele constituiu fundamentalmente um estudo de opções estratégicas para o Sistema Global de Rega, precedendo a fase de avaliação de impactes ambientais, que se iniciou em 1999, com a adjudicação do Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva - Bloco Baixo Alentejo (FBO, 2001).

Assim, embora as questões ambientais não tenham sido descuradas no Estudo Prévio, a escolha da alternativa para o sistema de adução Alqueva-Alvito teve como critérios fundamentais as opções estratégicas para o Subsistema de Rega de Alqueva, considerando os aspectos económicos, os aspectos sociais e os aspectos políticos, relacionados com o abastecimento de água a Évora e ao regadio de solos do Alto Alentejo, com uma maior expansão espacial da área de influência do empreendimento de Alqueva.

#### 2.2.2.2. Estudo Preliminar de Impacte Ambiental Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001)

No seguimento da conclusão do Estudo Prévio do Sistema Global do Alqueva (HP, 1996), procedeu-se ao início da fase de avaliação ambiental, tendo sido iniciado em 1999 o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva; Bloco Baixo Alentejo* (FBO, 2001). Este EPIA submeteu o Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco Baixo Alentejo na sua globalidade a momento de avaliação de impacte ambiental que analisou a configuração do Subsistema resultante do Estudo Prévio (HP, 1996), com alterações introduzidas em PROSSISTEMAS (1998) e TELEGESTÃO (2000).

O *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva; Bloco Baixo Alentejo* (FBO, 2001) teve como grande objectivo avaliar os grandes impactes globais do Subsistema de Rega de



Alqueva, preparando e enquadrando o desenvolvimento posterior dos projectos de execução e dos trabalhos de avaliação ambiental das infra-estruturas individuais.

Nos parágrafos seguintes apresenta-se uma breve síntese dos principais impactes ambientais identificados pelo *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva*. Pretende-se que esta descrição constitua um cenário de enquadramento, no qual seja possível interpretar na perspectiva adequada os impactes associados ao âmbito do presente EIA, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

Note-se que a avaliação dos impactes aqui apresentada foi realizada para a configuração do Subsistema de Alqueva existente à data do EPIA. Como resultado deste EPIA foi proposto um conjunto de medidas de minimização, através do parecer da Comissão de Acompanhamento e Avaliação das Infra-estruturas de Alqueva (CAIA), que alteram substancialmente a avaliação da magnitude e significância de alguns impactes identificados.

Algumas destas medidas reflectem-se já no projecto do Troço de Ligação Loureiro-Alvito em análise no presente EIA, das quais se destaca o dispositivo de segregação de águas, que reduz significativamente os impactes identificados no EPIA sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os ecossistemas aquáticos.

#### ***Principais Impactes do Subsistema de Rega de Alqueva (EPIA do Subsistema de Alqueva - FBO, 2001)***

- **Clima:** Os principais impactes do Subsistema de Rega de Alqueva sobre o clima decorrem na fase de exploração, devido à criação de vários novos espelhos de água e à transformação do regime cultural, com a conversão de vastas áreas de sequeiro para regadio.  
O aumento das disponibilidades hídricas, tanto nas novas áreas alagadas como nas áreas de regadio, induzirá um aumento significativo da evaporação real. Este aumento, por sua vez, resultará numa possível redução da temperatura junto ao solo no período estival, perspectivando-se uma diminuição das temperaturas mínimas e máximas.  
Os impactes esperados são positivos, com maior expressão sobre a produtividade agrícola e marginalmente no conforto climático.
- **Geologia e geomorfologia:** Os principais impactes sobre a geologia e geomorfologia ocorrem na fase de construção e são derivados da implantação das infra-estruturas: estaleiros, rede viária, rede de rega e barragens. Entre as acções geradoras de impactes as mais importantes





são: acções de compactação de terrenos; movimentações de terras por execução de escavações, perfurações e aterros e a exploração de manchas de empréstimo.

Estas acções terão como impactes o incremento da erosão hídrica e modificações na morfologia do terreno, aumentando o risco de instabilidade de vertentes e de deslocamentos de massas.

Estes impactes são, na sua generalidade, localizados, de sentido negativo, de magnitude reduzida e moderada e pouco significativos a significativos.

Como excepção a esta avaliação citem-se a exploração de manchas de empréstimo, para construção das barragens, que podem induzir impactes de magnitude moderada a forte e significativos a muito significativos, dependendo do tipo de exploração destas manchas e da área que possa vir a ser afectada.

- **Solos:** Os principais impactes do Subsistema de Rega de Alqueva sobre os solos estão associados a fenómenos de erosão e de alcalização/salinização dos solos. No que respeita à erosão, os riscos de erosão na fase de construção poderão ser significativos, mas geograficamente localizados e temporários, resultando das acções de construção da rede viária, barragens e rede de irrigação.

Na fase de exploração a reconversão do regime agrícola de sequeiro para regadio não irá alterar os riscos de erosão da área de estudo, considerando que a principal alteração de uso do solo decorrente da implementação do regadio será a reconversão de culturas arvenses de sequeiro para culturas de regadio.

Assim, na fase de exploração poderão ocorrer impactes negativos significativos, a longo prazo, devido ao aumento da alcalização dos solos. Estes impactes podem acarretar perdas de rendimento agrícola, sendo, no entanto, passíveis de minimização, recorrendo a uma efectiva lavagem dos solos com água em excesso ou restringindo a rega nestes solos.

- **Recursos hídricos superficiais:** A implantação do Subsistema de Rega de Alqueva geraria importantes impactes a nível dos recursos hídricos da bacia do Sado, quer em termos quantitativos, quer em termos qualitativos, essencialmente na fase de exploração do empreendimento.

Em termos quantitativos, as principais alterações seriam: aumento dos caudais em trânsito na bacia do Sado em mais de 200% das aflúncias verificadas nas bacias dos principais afluentes abrangidos pelo projecto; aumento da capacidade de armazenamento de água, na



área em estudo, resultante da construção das barragens e o aumento das disponibilidades de água para vários usos.

Em termos qualitativos, as principais alterações seriam: alteração da qualidade da água na bacia do Sado, por introdução de um volume de água com características diferentes, e o aumento das cargas poluentes de origem difusa afluentes às linhas de água, em particular de azoto e fósforo, devido à conversão de áreas de sequeiro em regadio.

Para minimizar estes impactes a CAIA sugeriu no seguimento da avaliação do EPIA o estudo de soluções que permitissem garantir a segregação da água das duas bacias. Esta sugestão levou ao desenvolvimento do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, que foi integrado no Troço de Ligação Loureiro-Alvito e é alvo de avaliação pelo presente EIA. A implementação deste dispositivo permitirá segregar efectivamente as águas das duas bacias, permitindo a mitigação substancial dos impactes identificados no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva;

- **Recursos hídricos subterrâneos:** Durante a fase de construção o principal impacte do Subsistema de Alqueva sobre os recursos hídricos subterrâneos é a diminuição da área de recarga de aquíferos locais, devido à impermeabilização e aumento da compactação do solo, resultantes das acções de construção. Este impacte é, no entanto, localizado, de magnitude reduzida e pouco significativo.

Na fase de exploração, o alagamento de vários hectares de terreno, devido à construção de barragens, induzirá um aumento da taxa de recarga dos aquíferos locais, o que constitui um impacte positivo. O abastecimento das populações a partir de captações de superfície nas barragens poderá substituir as extracções de água subterrânea (poços e furos), o que corresponderia a um impacte positivo significativo a muito significativo, de magnitude moderada a elevada.

A exploração das áreas de regadio poderá induzir uma deterioração da qualidade das águas subterrâneas, através do aumento da concentração poluentes nas águas de escorrência e logo nas subterrâneas. Este efeito estará dependente da qualidade da água de rega, das práticas de fertilização e da capacidade autodepuradora dos terrenos envolvidos, podendo estes impactes serem significativos a muito significativos e de magnitude elevada, em casos de aplicação incorrecta de pesticidas e fertilizantes.



- **Ecologia, Flora e Fauna:** A implementação do Subsistema de Rega de Alqueva terá impactes negativos significativos sobre a componente ecológica da área de estudo, dos quais os principais são a destruição de habitats pela construção de infra-estruturas e sua conversão pela implementação das áreas de regadio e a transferência de água entre as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado.

No que respeita aos transvases em particular, o seu impacte foi avaliado como potencialmente muito significativo, sendo no entanto passível de ser substancialmente mitigado pela aplicação de medidas de mitigação adequadas.

A transferência de águas inter-bacias implica a probabilidade de transferência de espécies ictiofaunísticas da bacia do Guadiana para a bacia do Sado. A ocorrer esta transferência, é possível a ocorrência de dois tipos de impactes sobre as comunidades do Sado: o aumento dos fenómenos de predação e de competição intra e interespecífica, exercendo assim maior pressão sobre as comunidades e sobre a capacidade do meio, e a miscigenação com espécies, subespécies ou tipos semelhantes provenientes da bacia do Guadiana, levando, em casos extremos, a uma redução da biodiversidade da bacia do Sado.

Para minimizar estes impactes a CAIA sugeriu no seguimento da avaliação do EPIA o estudo de soluções que permitissem garantir a segregação da água das duas bacias. Esta sugestão levou ao desenvolvimento do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, que foi integrado no Troço de Ligação Loureiro-Alvito e é alvo de avaliação pelo presente EIA.

Para além disto no presente EIA são ainda desenvolvidas um conjunto de medidas mitigadoras que visam reduzir o risco de transferência de espécies entre as duas bacias a níveis mínimos

Considerando as áreas de implantação das infra-estruturas e o total da área dos perímetros futuramente beneficiados, serão afectados 1 000 ha de montado, 4 300 ha de montado esparso e 35 000 ha de culturas arvenses de sequeiro. Esta afectação constitui um impacte negativo muito significativo sobre as comunidades biológicas destes habitats.

O habitat mais afectado são as culturas arvenses de sequeiro, com impactes negativos directos e muito significativos sobre as comunidades animais e vegetais típicas deste habitat, de que são exemplos emblemáticos a planta *Linaria ricardoi* e as aves estepárias. A acrescer a estas perdas há ainda a referir um impacte significativo sobre as galerias ripícolas devido às intervenções nos cursos de água e à mudança de regime agrícola, com o aumento da lixiviação de adubos e pesticidas para os cursos de água e conseqüente degradação das comunidades ripárias.



Ainda no que respeita aos habitats, o subsistema de Alqueva terá impactes negativos sob a forma de fragmentação de habitats, particularmente sobre as culturas arvenses de sequeiro, sendo quebrada a actual continuidade Norte-Sul (deste habitat, desde as estepes de Castro Verde a sul até às estepes de Évora-Mourão a norte) pela implementação das áreas de regadio.

- **Uso do solo e ordenamento do território:** Os impactes do subsistema de Alqueva sobre o uso do solo na fase de construção decorrem da alteração/inviabilização dos usos do solo nos locais de implantação das infra-estruturas do projecto. Estes impactes são negativos, permanentes e significativos no âmbito local.

A rede de adução em particular trará impactes negativos devidos não só à inviabilização do uso do solo na faixa de implantação mas também devido aos cortes/interrupções, o que terá implicações na estrutura fundiária e na rede viária. De facto a implantação desta rede aumenta a fragmentação dos espaços, com implicações na interrupção/perturbação da normal exploração do solo, principalmente da actividade agrícola.

No que respeita aos planos de ordenamento vigentes, os impactes negativos associados à fase de construção correspondem essencialmente à afectação de áreas de reserva ecológica nacional (REN) e de reserva agrícola nacional (RAN).

Na fase de exploração o principal impacte é a alteração gradual do regime de exploração das parcelas agrícolas de sequeiro para regadio, o que levará à intensificação do seu uso e a transformações nas tipologias de culturas exploradas.

- **Paisagem:** Os principais impactes sobre a paisagem na fase de construção são provenientes da construção das infra-estruturas e da rede viária, constituindo impactes negativos e significativos. Durante a fase de exploração prevêem-se impactes positivos e negativos, relacionados com a presença das diversas infra-estruturas na paisagem, com o modo como estas serão exploradas e com a implementação dos sistemas agrícolas de regadio.

Os impactes positivos estão relacionados com a presença das albufeiras na paisagem, introduzindo um novo elemento paisagístico e consistindo um impacte positivo significativo, em particular nas paisagens agrícolas e florestais.

Os restantes impactes previstos são negativos e incluem a gestão das albufeiras (faixa interníveis), a presença das infra-estruturas e a implementação do regadio nas unidades com paisagem agrícola permanente e florestal, quando se proceder à remoção das culturas permanentes presentes.

- **Património cultural:** A implementação do Subsistema de Alqueva tem como consequência um conjunto de impactes sobre o património cultural que, com base nos dados disponíveis,



são avaliados como negativos e muito significativos, afectando principalmente sítios arqueológicos e elementos de interesse etnográfico.

Em relação ao património arqueológico os vestígios afectados pela construção de infra-estruturas e pela exploração do regadio, distribuem-se pela quase totalidade dos períodos cronológicos considerados, sendo os sítios mais abundantes, dentro dos afectados, os sítios romanos, seguidos em segundo plano pelos sítios medievais e modernos. Um número reduzido de sítios arqueológicos motivaram, pelo seu valor patrimonial, a proposta da sua exclusão da área de regadio.

Os impactes sobre os elementos de interesse etnográfico são de menor magnitude, dada a sua abundância e o seu valor patrimonial mais reduzido. As excepções consideradas foram os moinhos de rodízio construídos sobre linhas de água e os moinhos de vento, uma vez que se trata de estruturas relativamente complexas e raras na área de estudo.

No que respeita ao património arquitectónico os impactes são reduzidos, exceptuando-se os casos de algumas capelas de âmbito rural que serão potencialmente afectadas.

O acompanhamento futuro da construção e exploração do Subsistema de Rega de Alqueva, através de trabalhos de identificação e estudo de elementos patrimoniais, será essencial para garantir a salvaguarda dos elementos arqueológicos, etnográficos e arquitectónicos identificados e quaisquer outros que venham a ser identificados no decorrer da implementação e exploração do projecto.

- **Sócio-economia** : A implementação do Subsistema de Rega de Alqueva - Bloco Baixo Alentejo pretende dinamizar o modelo de desenvolvimento económico da região beneficiada, através da substituição do regime agrícola de sequeiro para um regime de regadio mais rentável. A par da agricultura espera-se dinamizar outras actividades económicas a montante e jusante da primeira.

Durante a fase de construção a implementação do subsistema de Alqueva terá impactes negativos, sob a forma de expropriações de terrenos, incómodos e riscos para as populações durante as obras e inviabilização das actividades agrícolas, silvícolas e pecuárias existentes nos perímetros destinados às obras.

Por outro lado existirão impactes positivos durante a fase de construção, relacionados com a valorização da propriedade imobiliária e com a beneficiação de algumas actividades económicas locais como a construção civil, o fornecimento de matérias primas e o fornecimento de serviços na área da hotelaria, restauração e lazer.

Quanto à fase de exploração, o Subsistema de Rega de Alqueva implica a implementação de cerca de 51 400 ha de regadio, o que corresponde a uma importante fracção de território. Os principais impactes deste projecto incidirão sobre a agricultura, embora existam também



impactes positivos significativos sobre a demografia, o turismo, a indústria, a construção civil, os serviços, nos recursos humanos e no custo da propriedade imobiliária.

Ao nível da agricultura são várias as causas que permitem a previsão de impactes positivos significativos no regadio do Baixo Alentejo, incluindo: a área de implantação do projecto engloba alguns perímetros de rega já existentes, o empreendimento está a ser enquadrado por medidas de valorização de recursos humanos (no âmbito do PEDIZA e outros projectos regionais) e a procura de terrenos agrícolas na área já é bastante elevada, o que indica a viabilidade deste empreendimento.

Com base nos dados existentes prevê-se um acréscimo do rendimento bruto anual das explorações agrícolas do total da área beneficiada entre 4,5 a 5 vezes mais o actual. Torna-se assim evidente o impacto extremamente positivo que este projecto poderá vir a introduzir na agricultura e no desenvolvimento económico da região.

#### *Parecer da Comissão de Acompanhamento e Avaliação das Infra-estruturas de Alqueva (CAIA)*

O Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva foi avaliado em sede da Comissão de Acompanhamento Ambiental das Infra-estruturas de Alqueva (CAIA), tendo esta entidade emitido um parecer favorável, condicionado à adopção de um conjunto de orientações para o desenvolvimento do Subsistema de Alqueva e das suas infra-estruturas.

Entre estas orientações inclui-se a reformulação da rede de rega de modo a encontrar uma alternativa hidráulica que evite os contactos directos entre as bacias hidrográficas dos rios Guadiana e Sado. Esta orientação foi definida considerando que se justifica o estudo de uma alternativa global ao projecto de transferência de água, sem se questionar a sua realização, tendo em conta os significativos impactes ambientais negativos associados ao transvase directo bacia a bacia, designadamente na ictiofauna.

Assim, o parecer da CAIA considera que devem ser estudadas soluções hidráulicas alternativas que garantam a segregação das águas provenientes das bacias do Guadiana e Sado. As orientações fornecidas pela CAIA para a definição destas soluções alternativas são:

- No subsistema de rega, a rede primária e secundária será única, podendo receber tanto água do Guadiana como do Sado;
- A condução da água dos reservatórios com água do Guadiana para a rede de rega será feita por canal ou conduta, eliminando a condução pela linha de água;
- Os reservatórios que recebem água oriunda do Guadiana, armazenando assim água proveniente de ambas as bacias Sado/Guadiana, deverão ser segregados da bacia do Sado, através de desvio a implementar numa das linhas de água afluentes de modo a assegurar a



manutenção do caudal ecológico apenas com água proveniente da bacia hidrográfica do Sado;

- Este modelo exige uma gestão mais rigorosa do sistema, com o objectivo de garantir a minimização da entrada de água proveniente da bacia hidrográfica do Guadiana na rede de drenagem natural da bacia hidrográfica do Sado, o que poderá ser benéfico em termos de optimização dos recursos;
- No caso de reservatórios de água do Guadiana ou misturada, será necessário equacionar medidas operacionais para evitar descargas para a linha de água e eventualmente o saneamento biológico periódico do reservatório.

Em resposta a estas orientações, a EDIA desenvolveu estudos com vista à implementação de um dispositivo de segregação das águas na bacia do Sado (Leal, 2004a e b), dispositivo este que é analisado no presente EIA (ver descrição do seu projecto no ponto 3.4.5). A par do dispositivo de segregação de águas são ainda desenvolvidas no presente EIA outras medidas de mitigação para a transferência de água Guadiana-Sado, que visam optimizar a mitigação dos impactes desta transferência sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os ecossistemas aquáticos.

A conclusão do *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva*, e as orientações oriundas do parecer da CAIA ao mesmo, vieram assim fornecer a base estrutural que permite a realização de estudos ambientais específicos para cada infra-estrutura, permitindo a avaliação dos seus impactes locais mas considerando também a sua integração no âmbito mais vasto do subsistema de rega.

É neste contexto que se enquadra o presente EIA do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, ao longo do qual são levadas em conta todas as conclusões do EPIA do Subsistema de Alqueva, bem assim como as orientações expressas no parecer da CAIA ao mesmo.

### **2.2.3. Antecedentes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito**

#### *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito*

Conforme o descrito anteriormente, o Estudo Prévio do Sistema Global de Alqueva (HP, 1996) optou por realizar a adução Alqueva-Alvito através de uma derivação à superfície, contornando a serra de Portel por norte, através das albufeiras dos Álamos e do Loureiro. Os principais impactes desta configuração foram posteriormente sujeitos a avaliação ambiental no EPIA do Subsistema de Alqueva (FBO, 2001).



Em relação ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, enquanto infra-estrutura individual, as alternativas para a sua configuração começaram a ser estudadas em 1998, tendo a EDIA desenvolvido duas alternativas que foram sujeitas a um momento de avaliação ambiental através do *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito* (NEMUS, 1998).

De facto, e num processo semelhante ao de outras infra-estruturas a construir, a EDIA decidiu que as análises de impacte a realizar para o Troço de Ligação Loureiro-Alvito deveriam desenrolar-se em duas fases de estudos ambientais:

- A primeira fase corresponde ao Estudo Preliminar de Impacte Ambiental com base na configuração geral definida no Estudo Prévio do Sistema Global de Rega (HP, 1996). Desta primeira fase de análise resultou o Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998);
- A segunda fase corresponde ao Estudo de Impacte Ambiental, que incide sobre o Troço de Ligação Loureiro-Alvito na sua fase de Projecto de Execução, e a que corresponde o presente EIA. Nesta fase optou-se por estudar independentemente o Troço de Ligação Loureiro-Alvito e a Barragem do Loureiro, desenvolvendo para cada uma destas infra-estruturas um EIA próprio. Esta abordagem independente tornou-se necessária de forma a ser possível introduzir as alterações ao Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito propostas pelo Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Alqueva.

Assim, o Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) incidiu no *Estudo Prévio da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro Alvito*, desenvolvido a partir da configuração geral definida no *Estudo Prévio do Sistema Global de Rega* (HP, 1996). Neste EPIA foram avaliadas duas alternativas para a ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito (ver Figura II.1, Volume II):

- **Alternativa 1** (EPIA - NEMUS, 1998) - a ligação é efectuada por um túnel com cerca de 5500 m de comprimento, ao que se segue um canal a céu aberto com cerca de 2 km que termina na ribeira de Oriola. A água prossegue então no leito natural da ribeira de Oriola ao longo de aproximadamente 3 km até à albufeira de Alvito;
- **Alternativa 2** (EPIA - NEMUS, 1998) - semelhante à alternativa 1 (túnel com 5,5 km; canal a céu aberto com 2 km), mas o transvase não é efectuada para a ribeira de Oriola, sendo em vez disso conduzido por um canal a céu aberto que se desenvolve sensivelmente paralelo à ribeira de Oriola ao longo de cerca 3 300m e desemboca directamente na albufeira de Alvito;





As conclusões do EPIA de 1998 apontaram para a Alternativa 1 como a solução ambientalmente mais favorável, já que, apesar de afectar negativamente um troço de 3 km da ribeira de Oriola, apresentava impactes menos graves ao nível de vários descritores, incluindo os solos, uso do solo, paisagem e evitando-se os impactes de um canal a céu aberto de 3 km sobre a fauna terrestre e fragmentação de habitats.

A Alternativa 1 foi assim seleccionada para constituir a base de desenvolvimento do Projecto de Execução. No entanto, no processo de desenvolvimento do Projecto de Execução, o projectista (FBO - Consultores, S.A.) propôs novos traçados alternativos às soluções avaliadas no EPIA, traçados estes que foram alvo de uma nova avaliação ambiental através de uma Adenda ao EPIA (NEMUS, 1999).

Nesta Adenda foram avaliadas três alternativas (ver Figura II.2, Volume II):

- **Alternativa 1** (Adenda ao EPIA - NEMUS, 1999) - o transvase é feito para a ribeira de Oriola, de forma semelhante à Alternativa 1 do EPIA, mas com algumas diferenças nas infra-estruturas. Assim, a parte inicial da ligação é efectuada em túnel ao longo de cerca 5 km, seguindo-se um troço em “cut & cover” com cerca de 1 km de extensão. A ligação a uma pequena linha de água afluente da ribeira de Oriola é efectuada por um canal a céu aberto com comprimento total de 800 m;
- **Alternativa 2** (Adenda ao EPIA - NEMUS, 1999) - o transvase é feito directamente na albufeira de Alvito, de forma semelhante à Alternativa 2 do EPIA (NEMUS, 1998). Esta solução apresenta duas configurações alternativas das infra-estruturas:
  - **Alternativa 2A** - o troço inicial em túnel é idêntico ao descrito para a Alternativa 1. Do túnel a água é transferida para um troço em “cut & cover” com uma extensão de 1,2 km, seguindo um canal com 2,6 km que desemboca directamente na albufeira de Alvito;
  - **Alternativa 2B** - tal como na Alternativa 2A o troço inicial é em túnel, sendo as características e a extensão semelhantes. Segue-se um troço em “cut & cover” com 1,2 km, que apresenta um traçado diferente do presente na Alternativa 2A, divergindo para leste. Após o “cut & cover” segue-se um novo troço em túnel ao longo de 2,2 km, terminando a ligação directamente à albufeira de Alvito por intermédio de um canal a céu aberto com 400 m de extensão.

As conclusões da avaliação ambiental dos traçados alternativos apontaram para a Alternativa 2B como a ambientalmente mais favorável, já que apresenta menores impactes negativos sobre os solos (o novo traçado do canal evita os impactes sobre os identificados para a Alternativa 2 do EPIA), os factores ecológicos, paisagem e recursos hídricos, embora apresente impactes negativos muito significativos sobre



o património arqueológico, devido à afectação do sítio de S. Faraústo. De facto, a Alternativa 2B apresenta a vantagem da saída directa das águas na albufeira do Alvito (o que elimina os impactes negativos sobre a ribeira de Oriola), tendo menores impactes que a Alternativa 2A já que apresenta um troço final em canal com menor extensão (reduzindo os impactes sobre a paisagem e o ecossistema ribeirinho).

Este processo de avaliação ambiental levou ao desenvolvimento da Alternativa 2B no Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (FBO & WS-ATKINS, 2002), sobre o qual incide o presente Estudo de Impacte Ambiental e que se descreve em pormenor no Capítulo 3.

### ***Síntese dos Impactes Ambientais identificados no EPIA da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito***

Nos parágrafos seguintes apresenta-se uma breve síntese dos principais impactes ambientais identificados pelo *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito* (NEMUS, 1998) e *Adenda* ao mesmo (NEMUS, 1999) para a alternativa seleccionada como a melhor solução ambiental (Alternativa 2B), e sobre a qual se desenvolveu o Projecto de Execução em análise no presente EIA. Pretende-se apenas descrever os principais impactes esperados para o Troço de Ligação Loureiro-Alvito, numa perspectiva de enquadramento do EIA actual, já que as acções causadoras de impacte do Projecto de Execução agora em análise são muito semelhantes às acções das alternativas analisadas nesse EPIA, ao nível de Estudo Prévio.

Os impactes são apresentados por descritor e de forma necessariamente resumida:

- **Clima**: Os impactes sobre o clima decorrentes directamente da implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito são em geral de magnitude muito reduzida e de quase nula significância. O projecto terá impactes indirectos, pela viabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, já descritos pelo EPIA do Subsistema de Alqueva (FBO, 2001);
- **Geologia, geomorfologia e geotecnia**: Em relação aos factores geológicos, as principais acções associadas ao projecto potencialmente geradoras de impactes estão ligadas à fase de construção, incluindo a instalação dos estaleiros, a construção da obra de tomada de água na albufeira do Loureiro, dos acessos e do túnel.

As acções descritas podem ser diferenciadas em dois tipos, consoante os impactes que gerarão sobre os factores geológicos: a construção de infra-estruturas à superfície e a escavação do túnel. As acções construtivas à superfície (estaleiros, acessos e tomada de água), terão impactes ao nível da compactação dos terrenos e da potenciação dos



fenómenos erosivos. Estes impactes deverão ser no geral de magnitude fraca a moderada e pouco significativos.

Em relação à construção do túnel, os principais impactes são a possibilidade de ocorrência de movimentos de terras e o armazenamento dos materiais escavados. Dadas as dimensões dos materiais escavados, estes impactes serão significativos. Relativamente à fase de exploração e desactivação não são esperados impactes significativos.

- **Solos:** O Troço de Ligação Loureiro-Alvito não apresentará impactes significativos sobre o solo, já que os troços em túnel não afectarão os solos à superfície e os troços em “cut & cover” apresentam impactes negativos, mas temporários e reversíveis. Os principais impactes residem assim nos troços de canal a céu aberto, mas ainda assim tratando-se de um impacte localizado e de magnitude reduzida dado o carácter linear da infra-estrutura.
- **Recursos hídricos superficiais:** Na fase de construção, as principais acções associadas ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito que podem estar na origem de impactes nos recursos hídricos superficiais são a desmatação, a compactação e consequente impermeabilização dos solos, a movimentação de terras e de maquinaria pesada, bem como a eventual poluição das linhas de água através de descargas de carburantes e outros produtos tóxicos usados na obra e presentes no local (combustíveis, óleos, tintas, etc.).

De uma forma geral estes impactes são negativos, mas pouco significativos, dado serem impactes localizados e que não se afigura virem a comprometer os usos da água nas linhas de água intervenionadas.

Os principais impactes potenciais sobre os recursos hídricos superficiais ocorrem, no entanto, na fase de exploração com o funcionamento da transferência de água Guadiana-Sado. Os impactes identificados são os mesmos já descritos na síntese efectuada atrás para o Subsistema de Rega de Alqueva no ponto 2.2.2.2, pelo que optou-se por não repetir aqui a descrição;

- **Qualidade do Ambiente:** Em relação à qualidade do ar, os impactes potenciais do Troço de Ligação Loureiro-Alvito deverão restringir-se à fase de construção, e serão em geral de fraca magnitude e pouco significativos.

Semelhantemente também a afectação dos níveis de ruído provocada pelo projecto respeita essencialmente à fase de construção, sendo que na fase de exploração as alterações que se verificarão serão de importância reduzida ou nula.

No que diz respeito aos resíduos e efluentes, a natureza e dimensão da obra não fazem prever uma componente de produção de resíduos e efluentes residuais que se destaque no âmbito do concelho pelo que não se esperam impactes significativos neste descritor;



- **Ecologia, Flora e Fauna:** Os impactes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito sobre a Ecologia, Flora e Fauna podem ser divididos em dois grandes grupos – os impactes na fase de construção que incidirão particularmente sobre os ecossistemas terrestres e os impactes na fase de exploração que afectarão em especial os ecossistemas aquáticos, com impactes a escala regional, relacionados com a ligação entre as bacias do Guadiana e do Sado.

Em relação aos impactes sobre os ecossistemas terrestres, as acções que gerarão maiores impactes são as de construção das estruturas permanentes, como a tomada de água, acessos definitivos e obra de saída. No que respeita aos troços em perfuração subterrânea, estes terão impactes nulos ou desprezíveis sobre os habitats à superfície, enquanto que os troços em “cut & cover” terão impactes negativos, mas temporários e reversíveis.

Estes impactes são em geral negativos, mas de magnitude reduzida e pouco significativos, dado que será afectada uma estreita faixa de habitats que se ocorrem em grande abundância na área de estudo.

No que respeita aos ecossistemas aquáticos, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito terá como principal impacte o facto de ligar de forma artificial as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado, existindo o risco de a fauna aquática da bacia do Guadiana, em particular a piscícola, entrar em contacto com a fauna da bacia do Sado. Os impactes identificados, e as possibilidades de mitigação, são os mesmos já descritos na síntese efectuada atrás para o Subsistema de Rega de Alqueva no ponto 2.2.2.2, pelo que optou-se por não repetir aqui a descrição;

- **Paisagem:** Os impactes sobre a componente paisagística dividem-se em impactes temporários das acções construtivas que se verificam durante a fase de construção, e em impactes permanentes provocados pela presença de estruturas durante a fase de exploração.

Em relação aos impactes temporários das acções construtivas, os impactes identificados são negativos, de magnitude reduzida e de forma geral pouco significativos. Na fase de exploração os elementos deixados à superfície são reduzidos, pelo que se esperam impactes negativos pouco significativos, com possibilidade para mitigação, prevendo-se uma progressiva integração destas estruturas na paisagem com o progredir do tempo;

- **Ordenamento do Território:** Em termos do ordenamento do território os impactes decorrentes directamente da implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito são muito reduzidos, não se esperando a existência de diferenças significativas entre as duas alternativas. Os principais impactes do projecto são indirectos, e respeitam à viabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, que responde às principais estratégias de ordenamento para a região, impacte por isso identificado como positivo e muito significativo.



- **Sócio-Economia:** Ao nível da sócio-economia o Troço de Ligação Loureiro-Alvito terá impactes locais directos sobre o Concelho de Portel e impactes indirectos ao nível regional, já que permite a implementação do Subsistema de Rega de Alqueva.

No que respeita aos impactes locais, esperam-se impactes positivos pouco significativos ao nível da demografia e da oferta de emprego originados pelo projecto. Quanto à fase de exploração, o principal impacte sobre a Sócio-Economia é indirecto e corresponde à viabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, com os impactes sócio-económicos já descritos atrás na síntese realizada para o EPIA do Subsistema de Alqueva;

- **Património Histórico-Cultural:** No que respeita ao património arqueológico, arquitectónico e etnográfico os impactes previstos registar-se-ão sobretudo no limite sudoeste do Troço, junto à albufeira do Alvito, em que serão construídos acessos e a conduta de água a céu aberto, interferindo directamente com três sítios: a Ermida de S. Faraústo e os Sítios Romano e pré-histórico localizados no mesmo local.

Nesta área as intervenções previstas pelo projecto em estudo acarretam impactes negativos para o património histórico-cultural que resultam de movimentação e revolvimento de terras, bem como outro tipo de intrusões no subsolo. Especificamente sobre o arqueosítio romano de S. Faraústo os impactes identificados serão muito significativos.

Esta identificação de impactes constituirá um enquadramento válido para as análises de impactes ambientais realizadas ao longo do presente EIA, agora no entanto com a especificidade e pormenor devida à análise em fase de Projecto de Execução.

#### **2.2.4. Antecedentes do Dispositivo de Segregação de Águas na albufeira do Alvito**

Como foi referido no ponto 2.2.2, referente aos antecedentes do Subsistema de Rega de Alqueva, o Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega do Alqueva - Bloco Baixo Alentejo (FBO, 2001) identificou a transferência de água Guadiana-Sado como um dos grandes impactes globais do Subsistema de Rega de Alqueva, tendo impactes em particular sobre os ecossistemas aquáticos e sobre os recursos hídricos superficiais.

A CAIA emitiu então um parecer a este estudo, propondo a adopção de um conjunto de orientações, entre as quais se incluía a revisão do sistema hidráulico com vista ao desenvolvimento de uma alternativa hidráulica que evite os contactos directos entre as bacias hidrográficas dos rios Guadiana e Sado.



Em resposta a esta orientação, a EDIA desenvolveu o estudo Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado (Leal, 2004a), que analisou as alternativas para a implementação de um dispositivo de segregação das águas em trânsito no Subsistema de Rega de Alqueva.

A solução encontrada para garantir a separação das águas do Guadiana e do Sado corresponde a um dispositivo a ser instalado em todos os reservatórios de regularização sazonal do sistema primário de rega do Subsistema do Alqueva, incluindo as albufeiras de Alvito, Odivelas, Barras, Pisão, Roxo e Vale de Gaio.

A finalidade de cada um destes objectivos é realizar o *bypass* do caudal ecológico dessas albufeiras, por forma a assegurar que a água que atinge a albufeira (oriunda da bacia do Guadiana pelo sistema primário de rega mas também das afluições naturais na bacia do Sado) só dela saia para o canal primário de rega, eliminando assim as descargas de água proveniente da bacia do Guadiana nos meios hídricos naturais da bacia do Sado.

O dispositivo de segregação de águas é assim uma das principais medidas de mitigação dos impactes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito relacionados com a transferência de água Guadiana-Sado. A solução encontrada para o dispositivo de segregação de águas resultou de um conjunto de estudos hidráulicos desenvolvidos pela EDIA de forma a atingir a melhor solução ambiental e operativa para este dispositivo.

Assim, e dada a importância desta medida mitigadora optou-se por apresentar sinteticamente neste ponto os estudos antecedentes que levaram à definição da solução actual para o dispositivo de segregação de águas, cuja descrição de projecto é apresentada no ponto 3.4.5.

#### *Alternativas de concepção estudadas (Leal, 2000a)*

O primeiro estudo sobre as alternativas de concepção do dispositivo de segregação de águas desenvolvido pela EDIA foi Leal (2004a), onde foram analisadas cinco alternativas de concepção para este dispositivo (ver Figura 2.2.1):

1. *Bypass* gravítico a fio-de-água, através de *conduta* – Na linha de água principal que alimenta a albufeira constrói-se, a montante desta, um dispositivo de captação de água e instala-se uma conduta ao longo do leito da albufeira. Tal conduta atravessa o corpo da barragem e termina imediatamente a jusante deste, numa estrutura de restituição de água à ribeira;
2. *Bypass* a fio-de-água com *bombeamento para conduta* – Para contornar os inconvenientes da alternativa 1, nomeadamente o atravessamento do corpo da albufeira, e para evitar a captação muito a montante, a água é bombeada por uma pequena estação elevatória e a



conduta é instalada ao longo da margem da albufeira, de forma a que a transposição da barragem se faça por cima do coroamento, restituindo seguidamente à linha de água;

3. *Bypass* gravítico a fio-de-água, através de *vala* – Na linha de água principal que alimenta a albufeira, mas bastante a montante do início desta, constrói-se um dispositivo de captação de água e abre-se uma vala ao longo da margem da albufeira, de forma a que a água transponha a barragem por cima do coroamento;
4. *Bypass* a fio-de-água com *bombeamento para vala* – Para contornar os inconvenientes da alternativa 3, nomeadamente a captação muito a montante, esta é feita por uma pequena estação elevatória que coloca a água numa vala situada a uma cota que permite o seu transporte e transposição por cima do coroamento da barragem;
5. *Bypass* com *armazenamento* prévio – Esta alternativa prevê a construção de duas pequenas barragens de aterro homogéneo, uma a implantar no ribeiro de Marruais, situado imediatamente a montante da barragem do Alvito, no local designado por Vale da Guioa (barragem da Guioa), e outra a implantar na ribeira de Ervidal, imediatamente a jusante da barragem do Alvito, no local de Fonte do Lança (barragem de Ervidal). A ligação entre as duas albufeiras é materializada por uma conduta de derivação com 1,5 km de extensão, a qual possui um troço a executar em *cut and cover*, com 250 m de extensão e uma altura máxima de 12 m. A área inundada por estas albufeiras será de 6,1 ha (Guioa) e 10,5 ha (Ervidal).

Apesar de ter considerado cinco alternativas, o estudo Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado (Leal, 2004a) apenas desenvolve três dessas alternativas, tendo abandonado as alternativas 3 e 4 na fase de conceito, na sequência de uma análise preliminar à viabilidade técnica e económica das cinco alternativas.

De facto, a análise preliminar realizada permitiu concluir que não se justificava o prosseguimento do estudo das alternativas 3 e 4, pelas seguintes razões:

- a) ocorrerão perdas de água muito elevadas, quer por infiltração (uma vez que o nível freático é muito baixo), quer por evapotranspiração, sobretudo a partir da vegetação ribeirinha;
- b) os percursos serão muito extensos, ao longo de todas as sinuosidades da linha de cota correspondente ao Nível de Máxima Cheia, e com numerosas passagens hidráulicas;
- c) ter-se-ia de posicionar a tomada de água do *bypass* num ponto situado muito a montante da barragem, o que implica a insuficiência de caudal afluente, na medida em que a bacia correspondente se torna muito pequena.

Com efeito, a ausência de garantia do caudal que se pretende derivar para jusante da barragem constitui um sério inconveniente, o qual não parece susceptível de minimização. Acresce que a desejada



naturalização do novo curso de água a criar ficaria bastante prejudicada pelos numerosos sifões invertidos a intercalar, de forma a atravessar as linhas de água que tal curso de água cruzaria.

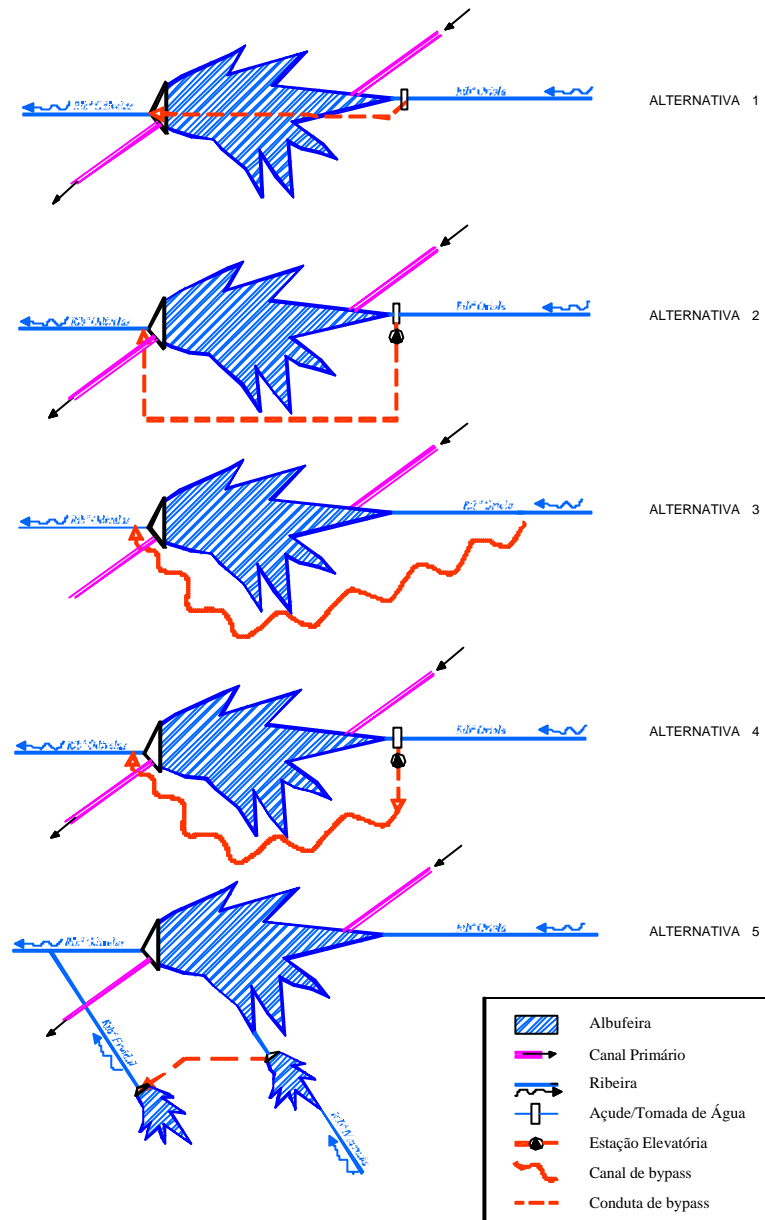


Figura 2.2.2 – Alternativas de concepção do dispositivo de segregação de águas (adaptado de Leal, 2004a)

Assim, Leal (2004a) desenvolveu as alternativas 1, 2 e 5 a anteprojecto, de maneira a ser possível realizar uma comparação da eficácia técnica e económica das três alternativas. Nos parágrafos seguintes são descritos brevemente estas três alternativas estudadas e apresentados os principais critérios que levaram à selecção da alternativa 5.





### *Alternativas do dispositivo de segregação de águas desenvolvidas a anteprojecto (Leal, 2004a)*

Nos parágrafos seguintes é realizada a descrição das alternativas 1, 2 e 5 do dispositivo de segregação de águas (Leal, 2004a), com base nos quais a EDIA optou pela adopção da alternativa 5. Na Figura II.3 (Volume II) representa-se os traçados destas três alternativas implantados em carta militar, que deverão ser consultados para melhor compreensão da descrição efectuada.

#### *Alternativa 1 – Conduta de Bypass Gravítico*

Esta alternativa constitui, de certa forma, a alternativa base, já que possui algumas vantagens técnicas e económicas em relação às outras, tendo no entanto a desvantagem de ser necessário esvaziar a albufeira do Alvito até ao volume morto. Esta desvantagem poderia ser minorada caso as obras decorressem no final do Verão, quando o nível da albufeira está mais baixo, e após a entrada em funcionamento da estação elevatória dos Álamos, o que permitiria repor rapidamente o nível da albufeira após as obras. Esta alternativa é composta por:

- Um açude;
- Uma tomada de água; e
- Uma conduta de bypass.

O açude teria o objectivo de servir de suporte à própria tomada de água e complementarmente impedir o acesso de peixes à mesma. A tomada de água, do tipo tirolês, desempenhará funções de derivação, retenção do material sólido e controle do caudal. A conduta de *bypass* seria alimentada graviticamente e desenvolver-se-ia na sua maior extensão no interior da albufeira de Alvito (ver Figura II.3), enterrada em vala a escavar no fundo da albufeira, ao longo de cerca de 12 730 metros.

A regulação do caudal ecológico, de acordo com os valores fixados mensalmente, seria conseguida com três orifícios de derivação (diâmetros 250, 350 e 400 mm), obturados por comportas murais sem regulações de abertura (os orifícios funcionariam completamente abertos ou completamente fechados). A combinação da manobra destes três orifícios poderia disponibilizar uma sequência mensal muito próxima dos valores estabelecidos.

O seu troço final atravessaria a barragem através da galeria da descarga de fundo, não se prevendo portanto qualquer estrutura de dissipação de energia. O atravessamento da barragem do Alvito seria a obra mais delicada desta alternativa, já que poderia constituir um risco estrutural para a barragem do Alvito. O atravessamento da barragem do Alvito e a necessidade de baixar a cota da albufeira até ao N<sub>mE</sub> constituiriam os maiores constrangimentos em relação a esta alternativa.



### *Alternativa 2 – Conduta de Bypass com Bombeamento*

Esta alternativa foi desenvolvida para evitar a passagem da conduta de *bypass* pela albufeira, e o consequente esvaziamento da mesma para a sua instalação. A solução para tal é o bombeamento dos caudais e o seu transporte por uma conduta fora da albufeira. Esta alternativa é então composta por:

- Um açude;
- Uma tomada de água;
- Uma câmara de bombeamento;
- Uma estação elevatória, constituída por dois grupos electrobombas submersíveis;
- Um reservatório hidropneumático;
- Um posto de transformação de energia eléctrica;
- Uma conduta de elevação;
- Um reservatório de regulação; e
- Uma conduta de *bypass*.

Esta alternativa tem alguns pontos de contacto com a alternativa anterior, na medida em que também envolve a construção do açude (com os mesmos objectivos e dimensões) e da tomada de água. A estação elevatória será construída junto à caixa de derivação e imediatamente a jusante desenvolver-se-á a conduta de elevação, a qual conduzirá a água para um reservatório de regulação num ponto elevado. Nesse reservatório far-se-á o controlo do caudal, de forma muito semelhante à da alternativa 1, e ainda o comando das duas bombas, através da flutuação dos planos de água no seu interior.

A conduta de *bypass* será alimentada graviticamente a partir do reservatório de regulação. No seu final, restituirá os caudais à linha de água através de uma bacia de dissipação por impacto.

### *Alternativa 5 – Bypass com Armazenamento Prévio*

Esta alternativa foi desenvolvida a partir da pesquisa de um local de captação ou derivação que pudesse diminuir a distância do trajecto entre a captação e a restituição. Tratou-se pois de pesquisar um local de captação localizado num afluente da linha de água principal que fosse susceptível de fornecer o caudal ecológico definido. Verificou-se, contudo, que as bacias hidrográficas correspondentes aos afluentes em causa tinham dimensão insuficiente à produção de água na quantidade e com a regularidade pretendida.

Assim, esta alternativa envolve a construção de duas pequenas barragens de terra situadas muito próxima da barragem de Alvito, uma no interior da sua bacia hidrográfica, no ribeiro de Marruais (Barragem da Guioa), e outra na ribeira de Ervidal (Barragem de Ervidal), imediatamente a jusante da barragem do Alvito. Estas obras de armazenamento permitirão disponibilizar a água necessária e nas épocas



pretendidas, de acordo com o esquema de caudal ecológico definido para a barragem do Alvito (ver ponto 6.7.3 do presente EIA). Assim, esta alternativa envolve o seguinte (Leal, 2004b):

- Um açude ou pequena barragem, a implantar no ribeiro dos Marruais, no local designado por Vale da Guioa, destinada a regularizar as afluições diárias, de forma a se poder maximizar os volumes de água a derivar desta linha de água para a ribeira de Ervidal;
- Uma conduta de derivação dos volumes de água captados do Vale da Guioa, a funcionar graviticamente;
- Uma barragem a implantar na ribeira de Ervidal, destinada a regularizar as afluições sazonais desta linha de água e também as afluições provenientes da linha de água anterior;
- A partir da barragem de Ervidal os caudais de manutenção ecológica serão conduzidos pelo leito da ribeira de Ervidal até confluírem com a ribeira de Odivelas;

Em relação à conduta Guioa-Ervidal, esta terá uma extensão aproximada de 1,5 km e será colocada em vala com profundidade mínima de 1,5 m e assente sobre leito granular. A transposição da cumeada será executada em tubagem enterrada num troço de *cut & cover*, enterrada a profundidades que atingem um máximo de 12 metros e com cerca de 250 metros de extensão. A derivação termina na ribeira de Ervidal, em cuja margem será construída uma bacia de dissipação de impacto.

#### ***Análise comparativa das três alternativas do dispositivo de segregação de águas (Leal, 2004a)***

Os estudos desenvolvidos para estas três alternativas permitiram a realização de uma comparação entre elas, de modo a aferir qual a alternativa que de forma mais fiável e com menores impactes ambientais garante os objectivos de mitigação dos impactes da transferência de água Guadiana-Sado identificados.

O dispositivo de segregação é uma das principais medidas de mitigação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, tendo como objectivos a minimização dos impactes do transvase Guadiana-Sado sobre a qualidade da água e sobre a transferência de peixes entre as duas bacias. Dada esta importância, a selecção da melhor alternativa para desenvolvimento do dispositivo de segregação de águas a projecto de execução baseou-se em critérios ambientais e operacionais. Assim, a EDIA considerou como melhor solução para este dispositivo a alternativa:

- Que melhor garante os objectivos de mitigação dos impactes do transvase Guadiana-Sado, nas vertentes de segregação das águas e de garantia dos caudais de manutenção ecológica da ribeira de Odivelas;



- Que apresente maior fiabilidade na manutenção desses objectivos ao longo do tempo de vida do projecto;
- Cujas construção e exploração apresente menores impactes ambientais;
- Que seja mais vantajosa em termos económicos.

Como se indica pela ordenação dos critérios atrás referidos, foi dada particular relevância à eficácia e fiabilidade da alternativa no processo de selecção da melhor solução, já que:

- Do correcto funcionamento do dispositivo de segregação de águas depende a mitigação de alguns dos principais impactes do Subsistema de Rega de Alqueva, em particular os que incidem sobre os Ecossistemas Aquáticos e os Recursos Hídricos;
- O dispositivo de segregação de águas estará em funcionamento constante ao longo do tempo de vida de projecto do Subsistema de Rega do Alqueva;

Tendo em conta o descrito, é essencial assegurar que a selecção escolhida seja o mais fiável possível, possuindo todas as condições para se manter em funcionamento ao longo do horizonte de projecto do Subsistema de Rega de Alqueva.

Ainda assim foram também contabilizados os aspectos ambientais na selecção da melhor alternativa para o dispositivo de segregação de águas, em particular a avaliação dos impactes ambientais da própria construção e exploração do dispositivo. Em relação a estes impactes, considerou-se que os impactes ambientais decorrentes da implementação do dispositivo de segregação de águas eram muito semelhantes entre as três alternativas, sendo em geral pouco significativos.

Apesar disto, foram identificados alguns impactes significativos decorrentes da implementação do dispositivo de segregação de águas. Na alternativa 1 a necessidade de reduzir o nível da albufeira do Alvito até ao NmE geraria impactes negativos significativos sobre os Ecossistemas Aquáticos e sobre os Recursos Hídricos Superficiais. Na alternativa 5 a construção das barragens de Guioa e de Ervidal, com as consequentes movimentações de materiais, teria um impacte negativo significativo sobre a Geologia.

Exceptuando-se as duas acções descritas, os impactes das três alternativas são muito semelhantes, tendo-se apenas detectados impactes pouco significativos.

Em relação ao garantir dos objectivos propostos, todas as alternativas garantiam a segregação das águas das duas bacias e também os volumes necessários ao suprimento dos caudais de manutenção ecológica da ribeira de Odivelas.



No entanto, a aplicação da alternativa 1 à barragem do Alvito, uma estrutura já com algumas décadas (entrada em funcionamento em 1977), implicaria a existência de um risco real para a integridade estrutural desta infra-estrutura, o que foi considerado um risco inaceitável devido às repercussões graves de uma eventual ruptura da integridade estrutural da barragem de Alvito. Este risco, associado ao impacte da redução do nível da albufeira de Alvito até ao NmE, levou à rejeição da alternativa 1.

Em relação à comparação entre as alternativas 2 e 5 não foram detectadas, como já foi referido, diferenças significativas entre os impactes ambientais da sua construção e exploração, exceptuando-se para o descritor Geologia. Em relação aos aspectos operacionais, a alternativa 5 apresenta maior fiabilidade do que a alternativa 2, que depende de maquinaria complexa sujeita eventualmente a avarias que podem provocar períodos de falha de funcionamento do dispositivo de segregação de águas. A alternativa 5 não se encontra sujeita a esse risco, já que a derivação dos caudais é feita de forma gravítica. A alternativa 5 é assim mais fiável, facto que foi considerado relevante, já que a mitigação de alguns dos impactes mais importantes do projecto depende do funcionamento sem falhas do dispositivo de segregação de águas.

Em relação aos custos, a alternativa 5 terá custos de implementação consideravelmente superiores aos da alternativa 2, devido à construção das duas barragens, mas custos de manutenção muito inferiores. Para a alternativa 2 previu-se, apenas em electricidade, um custo anual de cerca de 67 900 € a preços actuais (Leal, 2004a), encargo inexistente na alternativa 5. Os menores custos de manutenção da alternativa 5 aumentam também a sua fiabilidade, já que esta alternativa não estará sujeita a eventuais constrangimentos de ordem económica e financeira.

Sintetizando a comparação entre as alternativas 2 e 5, verifica-se que:

- Não foram identificadas diferenças significativas entre os impactes ambientais das duas alternativas, à excepção do descritor Geologia;
- A alternativa 5 é mais fiável do que a alternativa 2 no longo prazo, dado não depender de equipamentos complexos;
- A alternativa 5 é mais cara de implementar mas mais barata de manter, o que aumenta também a sua fiabilidade no longo prazo.

Com base nesta análise, e verificando-se que as diferenças de impactes ambientais entre as duas alternativas não são significativas e que a alternativa 5 é mais fiável do que a 2, a EDIA optou pela adopção da alternativa 5 do dispositivo de segregação de águas. Esta decisão teve como ponto decisivo a maior fiabilidade da alternativa 5 no longo prazo, e a importância deste facto dado as funções críticas que o dispositivo de segregação de águas desempenhará ao longo de todo o horizonte de projecto do Subsistema de Rega do Alqueva.



Assim, a alternativa 5 do dispositivo de segregação de águas foi desenvolvida posteriormente (Leal, 2004b), sendo avaliada no presente EIA. A descrição de projecto do dispositivo de segregação de águas é apresentada no ponto 3.4.5.

## 2.3. Enquadramento do Projecto no Subsistema de Rega de Alqueva

Como já foi referido, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma das infra-estruturas componentes do Subsistema de Rega de Alqueva, um projecto de âmbito regional que visa utilizar a água armazenada em Alqueva para regar cerca de 51 400 ha de terrenos nos concelhos do Baixo Alentejo.

Considerando este enquadramento, e de forma a melhor entender o projecto em análise, optou-se por realizar no presente sub-capítulo uma descrição sintética de todo o Subsistema de Rega de Alqueva. A configuração geral do Subsistema de Rega de Alqueva, e a localização do Troço de Ligação Loureiro-Alvito no mesmo, pode ser consultada na Figura II.4 (Volume II).

A descrição do Subsistema de Rega de Alqueva será baseada na descrição apresentada em EDIA (2001), considerando as alterações propostas por PROSSISTEMAS (1998) e TELEGESTÃO (2000) ao traçado previsto no *Estudo Prévio do Sistema Global de Rega do Alqueva* (HIDROPROJECTO PORTUGUESA, 1996).

O Subsistema de Rega de Alqueva tem a sua origem de água na margem direita da albufeira de Alqueva, localizada no Rio Degebe, e tem como objectivos a beneficiação de uma área de rega de cerca de 51 900 ha (EDIA, 2001), o abastecimento de água ao pólo industrial de Sines e a satisfação das necessidades de água para consumo humano e industrial nos concelhos de Évora, Viana do Alentejo, Alvito, Cuba, Vidigueira, Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo, Aljustrel e Beja.

Como se pode observar na Figura II.4 (Volume II) o Subsistema de Alqueva é um projecto de extensão e abrangência apreciável, incluindo<sup>2</sup>:

- Um conjunto de canais, com extensão total superior a 200 km;
- 10 barragens, das quais cinco já existentes e cinco projectadas;
- 10 estações elevatórias principais, com potência instalada global de 126,5 Mw;

---

<sup>2</sup> A presente configuração do Subsistema Alqueva encontra-se em contínuo desenvolvimento, pelo que poderá vir a ser alterada no âmbito dos projectos das diferentes infra-estruturas



- 98 estações elevatórias secundárias com potência instalada global de 80,1 MW.

De maneira a facilitar a compreensão deste sistema, optou-se por realizar uma descrição de projecto dividida pelos seguintes troços:

- Troço Alqueva - Loureiro;
- Troço Loureiro - Alvito (e ligação Loureiro - Monte Novo);
- Troço Alvito - Odivelas - Barras;
- Troço Alvito - Pisão - Alfundão;
- Troço Pisão - Roxo - Alto Sado

### *Subsistema de Alqueva; Troço Alqueva - Loureiro*

Como atrás referido o Subsistema de Alqueva tem a sua origem de água numa tomada na margem direita da Albufeira de Alqueva, localizada no rio Degebe. A água será então elevada pela estação elevatória Alqueva-Álamos (Figura 2.3.1).

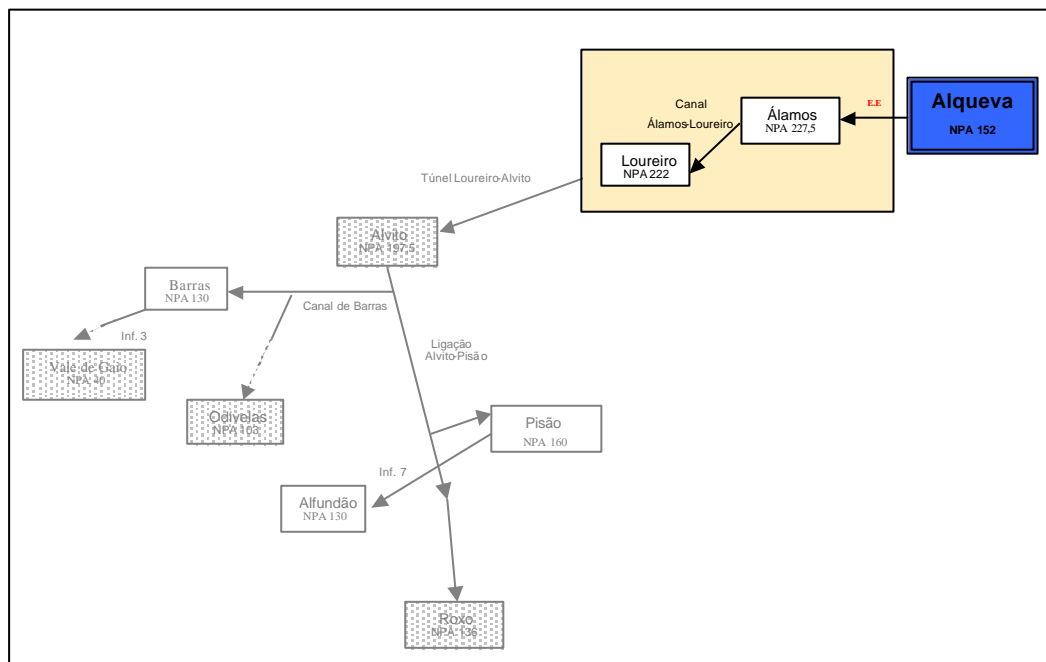


Figura 2.3.1 – Subsistema de Alqueva - Troço Alqueva-Loureiro (adaptado de EDIA, 2001)

Esta estação eleva a água captada a uma altura de quase 100 metros até à cota 235 m, considerando o limite extremo do nível mínimo de exploração de Alqueva (NmE – cota 130 m). Daqui a água é aduzida por gravidade até à albufeira dos Álamos pelo canal de ligação à Albufeira dos Álamos.



O sistema Barragem dos Álamos será constituído por três barragens que darão origem a duas albufeiras independentes interligadas por um canal com cerca de 700 metros de comprimento, apresentando as duas albufeiras uma capacidade conjunta de cerca de 4,4 hm<sup>3</sup>.

A albufeira principal será criada pelas barragens de Álamos I e II, enquanto que a segunda albufeira, mais pequena, será criada pela barragem de Álamos III, tendo o objectivo de permitir a redução do comprimento do canal adutor, numa zona topograficamente difícil.

A partir da albufeira dos Álamos, a água será aduzida por gravidade à albufeira do Loureiro através de um conjunto de canais a céu aberto, galerias e sifões, ao longo de uma extensão total de cerca de 10 km.

### *Subsistema de Alqueva; Troço Loureiro - Alvito*

A Barragem do Loureiro funciona como reservatório de compensação, permitindo diminuir a secção a montante do Loureiro em cerca de 12 km, ao mesmo tempo que permite controlar os caudais dos troços a jusante: Troço Loureiro - Monte Novo e Troço Loureiro – Alvito (Figura 2.3.2).

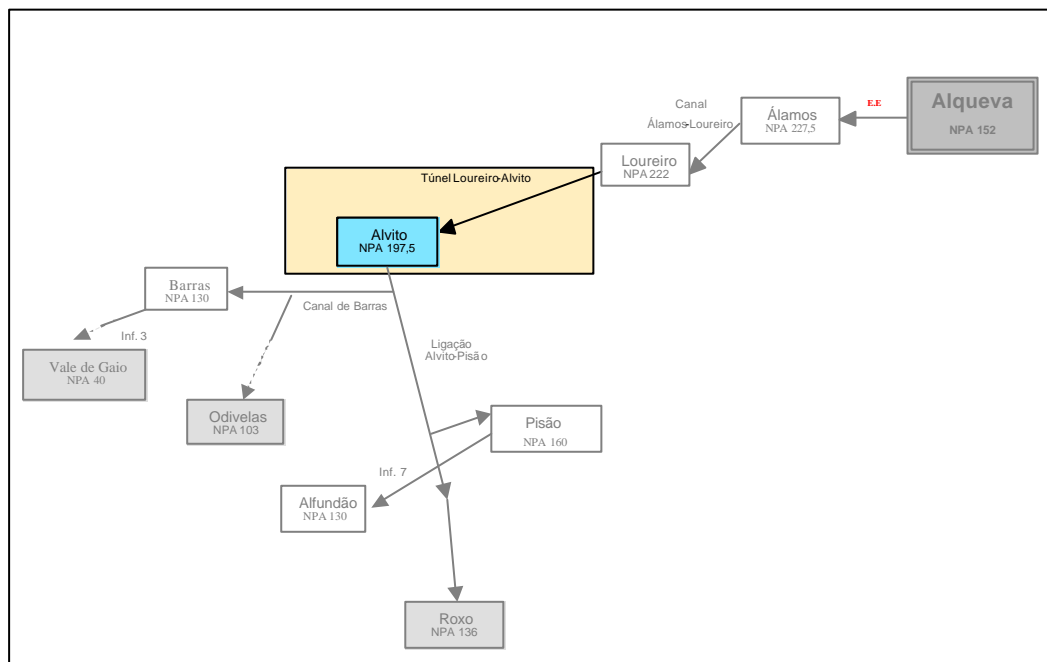


Figura 2.3.2 – Subsistema de Alqueva - Troço Loureiro-Alvito (adaptado de EDIA, 2001)

A albufeira do Loureiro terá uma capacidade total de cerca de 7 hm<sup>3</sup>, 4,5 hm<sup>3</sup> dos quais úteis, e inundará cerca de 92 ha. Na barragem do Loureiro o Subsistema de Alqueva divide-se em dois sistemas hídricos:

- Bloco Alto Alentejo – através da adução de água por gravidade à albufeira de Monte Novo, pela ligação Loureiro - Monte Novo (infra-estruturas 9 e 10), com o objectivo de beneficiar a





área de rega de Monte Novo (cerca de 7 700 ha) e reforçar o abastecimento de água à cidade de Évora;

- Bloco Baixo Alentejo – através da adução de água por gravidade à albufeira de Alvito, pelo Troço de Ligação Loureiro - Alvito, permitindo a beneficiação de cerca de 51 400 ha de terrenos agrícolas e reforçar o abastecimento de água à cidade de Beja.

A barragem do Loureiro é também a última infra-estrutura do Subsistema de Alqueva (Bloco Baixo Alentejo) localizada na bacia hidrográfica do rio Guadiana, sendo através do Troço de Ligação Loureiro - Alvito que se dá a transferência de água da bacia do Guadiana para a bacia do Sado (Figura 2.3.2).

O Troço de Ligação Loureiro – Alvito, que constitui o âmbito do presente EIA, está dimensionado para aduzir caudais da ordem dos  $32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , desenvolvendo-se ao longo de cerca de 10 km. Para além de permitir a transferência de água entre as albufeiras do Loureiro e Alvito, o túnel vai ainda aduzir água à mancha de rega Loureiro-Alvito, localizada no concelho de Portel, com cerca de 469 ha. A tomada de água para rega desta área far-se-á a partir de uma picagem no referido túnel, sendo o caudal de adução previsto de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A descrição do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, ao nível de projecto de execução, é realizada no capítulo 3.

#### ***Subsistema de Alqueva; Troço Alvito - Odivelas - Barras***

A barragem de Alvito situa-se na ribeira de Odivelas e a área inundada pela sua albufeira estende-se pelos concelhos de Cuba, Viana do Alentejo e Portel. Esta infra-estrutura, em funcionamento desde 1977, será o principal centro distribuidor de água para todo o Baixo Alentejo.

Da albufeira de Alvito a água é aduzida a sul, pela ligação Alvito – Pisão, que abastece graviticamente as barragens do Pisão e Alfundão, assim como o canal de ligação à barragem do Roxo, e a oeste, pela Infra-estrutura 1 (derivação da ligação Alvito-Pisão), às albufeiras de Barras, Odivelas e Vale do Gaio (Figura 2.3.3).

O sistema de adução para a albufeira de Barras (Infra-estrutura 1 ou Canal de Barras), desenvolve-se a partir de uma derivação da ligação Alvito-Pisão, na zona da Herdade dos Colas, seguindo para nordeste até à margem direita da ribeira de Vila Nova Soberana. O Canal de Barras está dimensionado para um caudal da ordem de  $2,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e desenvolve-se ao longo de cerca de 23 km, beneficiando o perímetro de rega da Infra-estrutura 1 (cerca de 2 200 ha).



A partir da margem esquerda da albufeira de Barras parte um canal de adução que se subdivide nas Infra-estruturas 3 e 5. A Infra-estrutura 3 termina na ribeira do Xarrama, que é um dos afluentes à albufeira de Vale do Gaio, alimentando assim esta albufeira actualmente em exploração. Estas duas infra-estruturas alimentam ainda os perímetros de rega das Infra-estruturas 3 e 5 (cerca de 1080 ha).

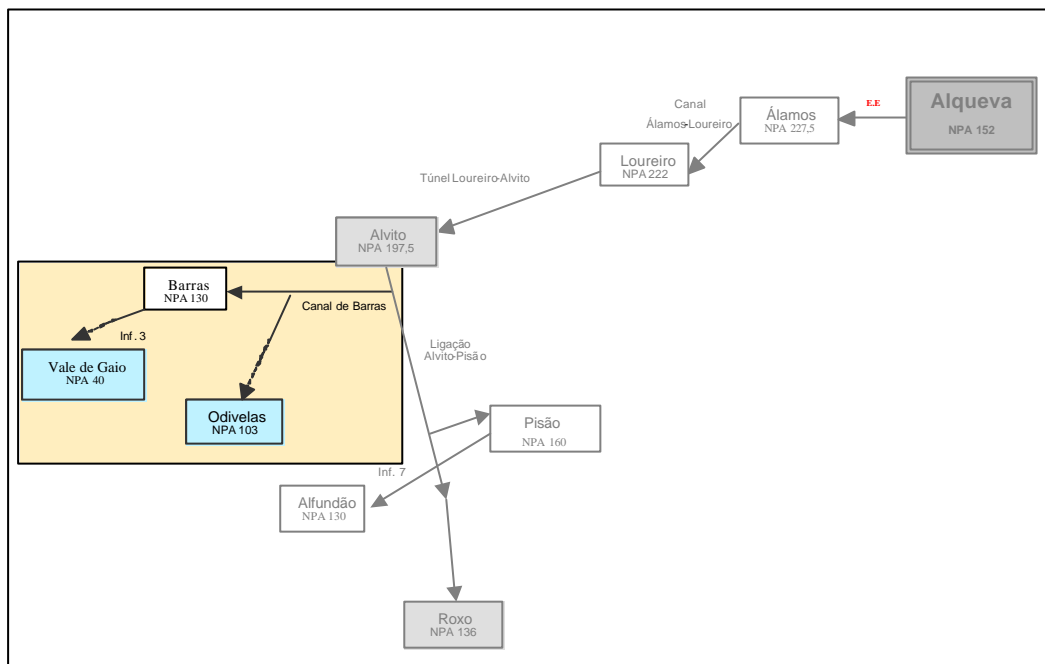


Figura 2.3.3 – Subsistema de Alqueva - Troço Alvito-Odivelas-Barras (adaptado de EDIA, 2001)

Para além de aduzir por gravidade a albufeira de Barras, a Infra-estrutura 1 alimenta ainda a albufeira de Odivelas. A adução a esta albufeira será feita a partir de uma tomada de água na margem esquerda da Infra-estrutura 1, abastecendo por gravidade o leito da ribeira de Odivelas.

A barragem de Odivelas encontra-se em funcionamento desde 1972, e a sua albufeira é utilizada exclusivamente para rega. A partir da albufeira de Odivelas desenvolve-se a Infra-estrutura 12 que beneficia o respectivo perímetro de rega (cerca de 5 900 ha).

#### ***Subsistema de Alqueva; Troço Alvito - Pisão- Alfundão***

Tal como referido anteriormente, da albufeira de Alvito a água é aduzida a sul, pela ligação Alvito-Pisão, às albufeiras de Pisão e Alfundão, e ao canal de ligação Pisão-Roxo; e a oeste, pela Infra-estrutura 1, às albufeiras de Barras, Odivelas e Vale do Gaio.

A ligação Alvito-Pisão, situada a seguir à tomada de água da albufeira de Alvito, tem como objectivos aduzir água à albufeira de Alfundão e reforçar as aflúncias à albufeira do Roxo (através do canal Pisão-



Roxo), e abastecer directamente um perímetro de rega com cerca de 10 880 ha (Figura 2.3.4). Esta infra-estrutura desenvolver-se-á ao longo de cerca de 46 km.

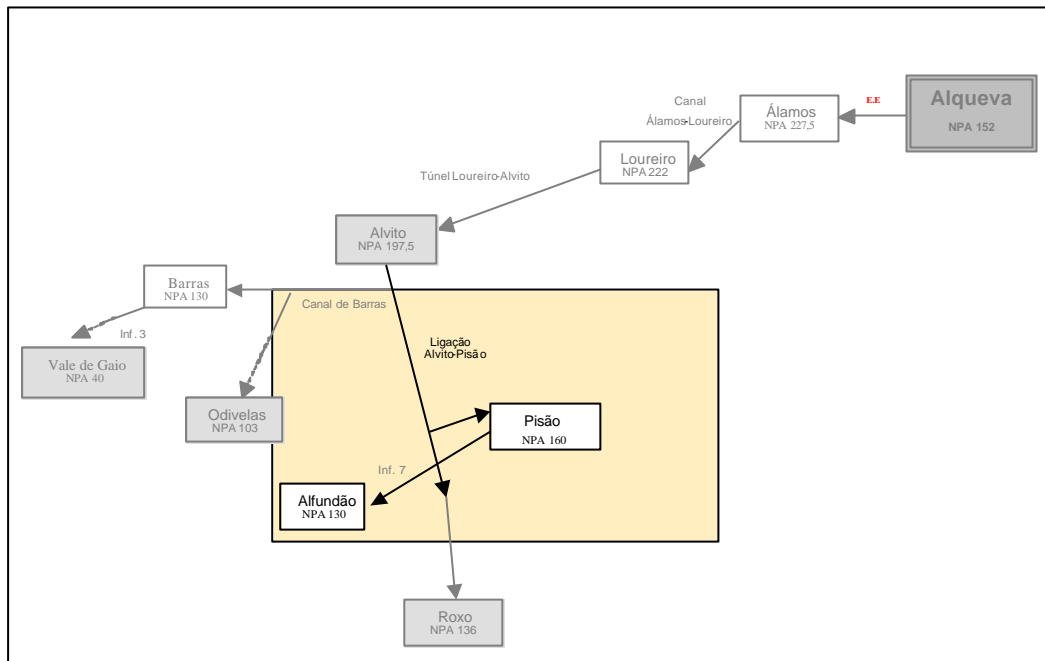


Figura 2.3.4 – Subsistema de Alqueva - Troço Alvito-Pisão-Alfundão (adaptado de EDIA, 2001)

A Barragem do Pisão receberá as aflúencias vindas de Alvito, via ligação Alvito-Pisão, constituindo um reservatório de regularização. Esta barragem permite o abastecimento directo de cerca de 3637 ha de regadio e a adução de água à albufeira de Alfundão.

A importância da Barragem do Pisão reside ainda na possibilidade de vir a abastecer o centro urbano de Beja. Este núcleo urbano é abastecido actualmente a partir da albufeira do Roxo, que se localiza a maior distância da cidade que a barragem do Pisão. O recurso à albufeira do Pisão traria óbvios benefícios económicos, pela redução dos custos do sistema de abastecimento de água potável.

O canal Alvito-Pisão continua o transporte dos caudais para sul, em direcção à barragem do Roxo. Esta infra-estrutura beneficia ainda directamente a zona regada situada no eixo Ferreira do Alentejo-Ervidel (cerca de 10 391 ha).

A albufeira de Alfundão constitui um reservatório de regularização, que permitirá a adução de água ao perímetro de rega definido pelo eixo Pisão-Ferreira do Alentejo através da Infra-estrutura 13, beneficiando cerca de 7 100 ha.



### Subsistema de Alqueva; Troço Pisão - Roxo - Alto Sado

De acordo com o descrito acima, a partir da albufeira de Alvito os caudais são abastecidos à albufeira do Roxo através canal Pisão-Roxo (Figura 2.3.5).

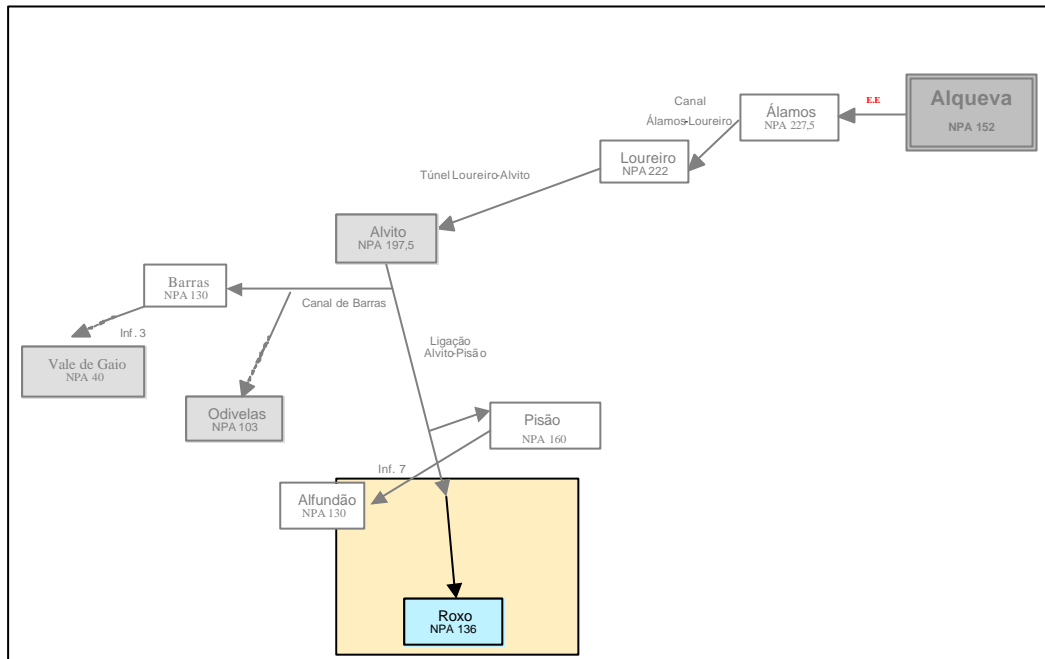


Figura 2.3.5 – Subsistema de Alqueva - Troço Pisão-Roxo-Alto Sado (adaptado de EDIA, 2001)

A Infra-estrutura 15 deverá dar continuidade ao canal Pisão-Roxo, desenvolvendo-se ao longo de cerca de 23 km e irá beneficiar as encostas inferiores da bacia da albufeira do Roxo, totalizando cerca de 6 303 ha de área regada.

A barragem do Roxo encontra-se em exploração desde 1967, sendo a água da sua albufeira utilizada para abastecimento e rega. Nesta albufeira tem origem o Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo, cujas manchas de rega se situam a norte da vila de Aljustrel.

Actualmente são regados os perímetros incluídos na 1ª fase do Bloco do Roxo, localizados a nordeste desta albufeira. A adução de água à albufeira do Roxo, a partir de Alqueva, vai permitir a expansão do regadio na área a nordeste de Aljustrel.

Com origem no Canal Conductor Geral da albufeira do Roxo será desenvolvida a ligação ao Pólo Industrial de Sines e ao Perímetro de Campilhas-Sado (Canal Roxo-Sado) que aduzirá água ao perímetro de rega do Bloco Roxo-Sado, beneficiando assim cerca de 3 420 ha (EDIA, 2001).



## 2.4. Alternativas de Projecto em Análise

De acordo com o descrito nos pontos anteriores, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito passou por um processo iterativo de desenvolvimento de soluções e de avaliação ambiental, onde foram avaliadas e seleccionadas alternativas de projecto em vários momentos diferentes, quer ao nível da configuração geral da adução Alqueva-Alvito, quer ao nível do desenvolvimento de soluções específicas para o Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

O resultado deste processo é a solução actualmente desenvolvida a nível de Projecto de Execução (ver Figura II.5, Volume II), que integra as preocupações ambientais e as alterações de projecto consideradas necessárias pelo Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Alqueva (FBO, 2001), pelo Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) e pela Adenda ao mesmo (NEMUS, 1999), de forma a minimizar as incidências ambientais negativas desta infra-estrutura.

Neste sentido, a análise comparativa de alternativas no âmbito do presente Estudo de Impacte Ambiental resume-se à avaliação entre a alternativa desenvolvida no Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (veja-se a sua descrição no capítulo 3) e a alternativa de ausência de intervenção (**alternativa zero**), que corresponde basicamente à manutenção da situação actual e à inviabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, na sua configuração actual.



## 3. Descrição do Projecto

### 3.1. Introdução

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma das infra-estruturas hidráulicas que compõem o Subsistema de Rega de Alqueva, e tem como função principal assegurar a transferência de água entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, consumando assim o transvase entre as bacias do Guadiana e do Sado e alimentando o principal centro de distribuição de água para o Bloco do Baixo Alentejo do Subsistema de Alqueva - a albufeira do Alvito.

A descrição de projecto que se segue é baseada no Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (FBO & WS-ATKINS, 2002) e corresponde ao conhecimento actual que a NEMUS possui sobre todas as componentes de projecto, sobre o qual foi elaborado todas as análises temáticas e gerais constantes do presente Estudo de Impacte Ambiental.

Na descrição de projecto é ainda apresentada informação respeitante ao sistema hidráulico de segregação das águas do Guadiana e do Sado. Apesar desta infra-estrutura não fazer parte do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, é aqui descrita e avaliada quanto às suas interacções com o projecto e quanto aos próprios impactes ambientais da sua implementação.

A inclusão deste sistema de segregação no presente EIA deve-se não só às suas interacções com o projecto em análise, no que respeita às questões do caudal ecológico e da segregação da fauna das duas bacias, mas também porque a sua implementação corresponde por si só a uma medida de mitigação de impactes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, surgindo em resposta a uma orientação da CAIA nesse sentido, vertido no parecer desta entidade ao Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega do Alqueva; Bloco Baixo Alentejo (FBO, 2001). A descrição de projecto desta estrutura baseia-se no anteprojecto das alternativas desenvolvidas pela EDIA (Leal, 2004a e b).

### 3.2. Enquadramento Geográfico

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito desenvolve-se na sua totalidade no concelho de Portel, atravessando no seu percurso as freguesias de Monte do Trigo, Portel e Oriola. O enquadramento geográfico do projecto em análise é apresentado na Figura II.5 (Volume II).



Esta área é dominada geomorfologicamente pela Serra de Portel, relevo tectónico que se eleva relativamente à falha de Vidigueira-Moura e cuja escarpa de falha a põe em contacto com a Peneplanície Alentejana, separando, através de um desnível que chega a ser superior a 150 m, o Alto Alentejo do Baixo Alentejo.

Os terrenos desta região pertencem às formações antigas do Maciço Hespérico, enquadrando-se na Zona de Ossa-Morena, sendo constituídos por rochas cristalinas e metamórficas (xistos), intercaladas por quartzitos. Estes terrenos são bastante impermeáveis, apresentando elevados níveis de drenagem. Os solos são esqueléticos e pouco desenvolvidos, facto que determina o tipo de ocupação.

As principais culturas presentes são as típicas desta região do país: o uso do solo dominante é o montado de azinho e sobro, seguido pelas culturas cerealíferas de sequeiro e do olival. Estes habitats apresentam-se geralmente em bom estado de conservação, contendo comunidades florísticas e faunísticas de elevada importância ecológica e conservacionista.

Relativamente ao ordenamento do território, os instrumentos em vigor para a área de projecto são:

- Plano Director Municipal de Portel;
- Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana;
- Plano de Bacia Hidrográfica do Sado;
- Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito;
- Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva (PROZEA);
- Programa Específico de Desenvolvimento Integrado da Zona do Alqueva (PEDIZA);

A área de projecto não intercepta nenhuma área classificada, quer da Rede Nacional de Áreas Protegidas, quer ao abrigo das Rede Natura 2000.

### 3.3. Descrição Geral

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma infra-estrutura hidráulica de transporte que se desenvolve ao longo de uma distância total de aproximadamente 11 km, estando dimensionada para permitir a transferência de caudais que variam entre um mínimo de 16 m<sup>3</sup>/s e um máximo de 32 m<sup>3</sup>/s. Esta infra-estrutura é constituída pelos seguintes três componentes principais (ver Figura II.5 - Volume II):

- Tomada de água na albufeira da barragem do Loureiro;



- Túnel, em escavação subterrânea e em “cut & cover”, numa extensão total de aproximadamente 10 km;
- Obra de saída para a albufeira da barragem do Alvito, com cerca de 900 m de extensão.

Quanto ao mecanismo de segregação de águas, este consiste numa medida de minimização não só ao nível deste EIA, mas também de todo o Subsistema de Rega de Alqueva (Baixo Alentejo), que dada a sua importância será alvo de análise no presente EIA, em capítulo específico. Este consiste num dispositivo cujo objectivo é realizar o *bypass* dos caudais de manutenção ecológica da albufeira do Alvito, de modo a assegurar que a água proveniente da Bacia Hidrográfica do Guadiana só circulará nas infra-estruturas associadas à rega, anulando assim a sua circulação na rede hidrográfica da bacia do Sado.

O dispositivo de segregação de águas, no caso concreto da albufeira do Alvito, é composto fundamentalmente por: uma tomada de água numa linha de água a montante da albufeira, um órgão de conduta para transportar o caudal captado até um ponto a jusante da barragem e um órgão de restituição do caudal à ribeira de Odivelas.

No ponto 3.4 procede-se à descrição detalhada de cada uma das componentes de projecto, de acordo com o Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (FBO & ATKINS, 2002). A descrição do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito é feita de acordo Leal (2004a e b).

## 3.4. Descrição das Componentes de Projecto

### 3.4.1. Tomada de Água na Albufeira do Loureiro

A tomada de água na albufeira do Loureiro localizar-se-á na margem esquerda desta albufeira, cerca de 1150 m a montante do aterro da barragem do Loureiro, sendo constituída por uma estrutura de betão, construída a céu aberto, com cerca de 80 m de extensão, 13 m de altura máxima e largura média da ordem de 20 m.

A tomada de água é formada, de montante para jusante, pelos seguintes elementos:

- Gradagem grossa, com barras circulares verticais de betão de 25 cm de diâmetro, distanciadas entre si por 50 cm. Este gradeamento destina-se a deter os detritos flutuantes de maior dimensão, motivo pelo qual as barras apenas se desenvolvem acima do Nível Mínimo de Exploração (NmE) da albufeira (219 m);





- Duas grelhas metálicas, compostas de barras rectangulares verticais com 1 cm de espessura, espaçadas por 10 cm, e equipadas com limpa grelhas automático de correntes;
- Transições, em canais convergentes cobertos, para duas pequenas condutas de secção rectangular;
- Duas condutas com 4,5 m<sup>2</sup> de secção (2,25 m de largo por 2,0 m de alto), e 6,5 m de extensão cada, funcionando em pressão, equipadas a montante com uma comporta plana de guarda e a jusante com uma comporta de segmento para regulação do caudal;
- Dois troços de transição a céu aberto, equipados com ranhuras para inserção de comportas ensecadeiras planas (2,5 m altura por 2,25 m de largura);
- Bacia de dissipação de energia a céu aberto, comum aos dois vãos da tomada de água;
- Transição para o emboquilhamento de montante do túnel, cuja secção hidráulica útil é circular com 3,7 m de diâmetro.

A remoção dos detritos originários da limpeza das grelhas será feita por um tapete rolante, comum aos dois limpa-grelhas, até um reservatório de recepção com 2,0 x 2,0 m<sup>2</sup> de área em planta e 1,0 m de profundidade, no lado direito da tomada de água. Dentro deste reservatório estará uma gaiola de rede metálica que receberá os detritos e que será elevada e transportada mecanicamente para fora, para depósito.

A regulação dos caudais será assegurada pelas comportas de segmento, servindo as comportas de guarda como protecção das comportas de regulação em caso de avaria destas últimas, funcionando assim apenas como órgãos de isolamento em regime de "tudo ou nada".

A monitorização hidráulica da tomada de água será feita mediante medição de níveis nos quatro locais seguintes: albufeira do Loureiro, imediatamente a jusante de cada uma das grelhas metálicas da tomada de água e na bacia de dissipação de energia que precede o túnel. Para este propósito serão instalados quatro poços de medição, cada um deles em sistema de vasos comunicantes com o local onde se pretende medir o nível.

Conforme referido anteriormente as comportas de segmento foram dimensionadas por forma a fornecerem o caudal máximo de 32 m<sup>3</sup>/s com abertura total se o nível na albufeira for igual ao NmE (219,00). Assim, se o nível na albufeira for superior ao NmE, as comportas deverão funcionar parcializadas, sem o que o caudal admitido será superior ao máximo, dando eventualmente origem ao transbordo da bacia de dissipação de energia e ao funcionamento do túnel em pressão.

O controlo deste transbordo será realizado através de um detector de nível demasiado alto na bacia de dissipação de energia, que, a medir um nível superior ao máximo expectável, accionará automaticamente



as duas acções de emergência seguintes: activação de um sinal sonoro de alarme e fecho imediato das duas comportas planas de guarda.

A tomada de água na albufeira do Loureiro será controlada por um autómato, que se encarregará de cumprir um programa de caudais a derivar, segundo um horário definido dia a dia, ou mês a mês, pela EDIA. Para cumprir este programa o autómato regulará a abertura das comportas de segmento de acordo com as curvas de vazão, de preferência aferidas com ensaios em modelo hidráulico reduzido.

A regulação da abertura das comportas, por forma a colocar e manter o caudal no valor pretendido, será realizada automaticamente pelo autómato, em função da medição do caudal que estiver a ser derivado em cada instante.

Todo o complexo da tomada de água ficará inserido numa estrutura com plataforma superior à cota 225 m (cota de coroamento da barragem), cujo perímetro será protegido por uma vedação metálica. Nesta plataforma será instalado um edifício de apoio, com dimensões em planta de 13,5 m por 9m e altura aproximada de 7 m, onde serão instalados os equipamentos de comando das comportas, quadros eléctricos e grupo de emergência.

As obras da tomada de água ficarão implantadas em formações xistentas bastante fracturadas e muito alteradas nos níveis mais superiores e mais descomprimidos. A escavação de toda a zona deverá ser feita em princípio com meios mecânicos, não se excluindo a possibilidade de recurso a explosivos em algumas zonas de rocha mais sã.

### 3.4.2. Túnel

O túnel representa a quase totalidade da extensão do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, desenvolvendo-se, ininterruptamente, ao longo de uma extensão total de 10 308 m, sempre com a mesma secção circular útil de 3,7 m de diâmetro. O declive longitudinal é constante e igual a 0,001828, desde a cota 214,56 no emboquilhamento de entrada até à cota 195,72 no emboquilhamento de saída.

O túnel é constituído por quatro troços:

- Um primeiro troço mais extenso, realizado integralmente em escavação subterrânea, com aproximadamente 7 km de extensão;



- Um segundo realizado pelo método de “cut & cover” por apresentar recobrimentos relativamente baixos. Este troço desenvolve-se sob duas linhas de água numa extensão total da ordem de 450 m;
- Segue-se um novo trecho em escavação subterrânea com cerca de 2 km de extensão;
- Por último segue-se um pequeno troço terminal em “cut & cover” com apenas 108 m. Este último troço terminará imediatamente após ter cruzado o traçado da estrada secundária que estabelece a ligação da EN 384 e da EM 531.

No que respeita aos troços em escavação subterrânea, e considerando as propriedades das rochas do maciço interessado pelo túnel, o Projecto de Execução preconiza o emprego de explosivos para a generalidade da escavação do túnel.

Ao longo destes troços em escavação serão realizados vários poços verticais, que servirão quer como frentes de ataque durante a construção, quer como chaminés de arejamento. Prevê-se a abertura de três poços, o que exige a realização de escavações de geometria cilíndrica com um diâmetro final igual ao do túnel, que é de 3,7 m.

A escavação dos poços está prevista com as localizações e profundidades seguintes:

- Poço 1 – 1 825 m a partir do emboquilhamento do Loureiro, profundidade de 44,5 m;
- Poço 2 – 3 650 m a partir do emboquilhamento do Loureiro, profundidade de 90,8 m;
- Poço 3 – 5 475 m a partir do emboquilhamento do Loureiro, profundidade de 41,8 m;

Os poços serão abertos a partir da superfície, no sentido descendente, até a cota do tecto do túnel, que só mais tarde os irá interceptar. Como os poços se localizam em maciço rochoso com características e grau de alteração variáveis, prevê-se o emprego do método de desmonte com perfuração e explosivos.

A construção dos troços do túnel em “cut & cover” será iniciada após a conclusão dos troços perfurados que lhes são adjacentes. De acordo com a informação geológica-geotécnica optou-se por projectar a escavação deixando taludes inclinados a 1:2, com uma banqueteta intermédia, o que para as profundidades em questão dará origem a taludes com alturas inferiores a 9m. As banquetetas têm, no mínimo, 2 m de largura, estão inclinadas a 2%, para o seu interior, e drenam para uma valeta em meia cana de betão, instalada ao longo do pé do talude.

Destaca-se ainda com particular importância nestes trabalhos a ligação das escavações a caminhos de transporte dos produtos de escavação a vazadouro e a existência de duas linhas de água que atravessam a área de construção e que terão de ser desviadas.



De facto, face estas linhas de água se desenvolverem relativamente próximo das secções de emboquilhamento do túnel em escavação subterrânea, será necessária a construção de diques de protecção, por forma a assegurar que os escoamentos das cheias das duas linhas de água não inundam o interior das escavações, garantindo assim a protecção das vidas humanas e bens materiais que aí se encontram.

O ambiente geológico implicado nas áreas de escavação é constituído por rochas metamórficas, na sua maioria xistentas, com orientação dominante NW-SE, praticamente normal à directriz do túnel. Distinguem-se três entidades estratigráficas: xistos, grauvaques, chertes negros e metavulcanitos ácidos, de idade pré-câmbrica; metavulcanitos ácidos e básicos, com idades variáveis, desde o Câmbrico ao Silúrico; filitos e psamitos, constituintes dum espesso complexo vulcano-sedimentar de idade ordovícia-silúrica.

### 3.4.3. Obra de Saída para a Albufeira de Alvito

A obra de saída do túnel para a albufeira de Alvito terá um desenvolvimento aproximado de 907 m e será constituído, de montante para jusante, pelos seguintes elementos:

- Emboquilhamento de saída do túnel;
- Troço em canal trapezoidal a céu aberto, não revestido, com pouco mais de 250 m de extensão;
- Estrutura de betão com dois vãos rectangulares obturáveis por comportas ensecadeiras;
- Bacia de dissipação de energia, com 1 m de profundidade mínima, constituída por uma fossa escavada no terreno natural e revestida com enrocamento;
- Canal de restituição, troço em canal trapezoidal revestido, conduzindo os caudais provenientes do túnel até bem ao interior da albufeira do Alvito.

A estrutura da obra de saída, constituída por dois troços de canal separados por uma estrutura de dissipação de energia, foi desenvolvida tendo em conta a energia do escoamento na secção final do túnel. Esta composição estrutural garante que da bacia de dissipação de energia para jusante o escoamento seja encaminhado em regime lento, por um canal trapezoidal largo e pouco declivoso (no qual, portanto, a velocidade de escoamento será baixa) até bem dentro da albufeira do Alvito.

O emboquilhamento de saída do túnel (troço "cut & cover") é uma estrutura em betão armado, constituída por muros de suporte, de geometria variável, e uma laje de fundo, iniciando-se na secção fechada do túnel e terminando em secção trapezoidal.



A seguir ao emboquilhamento de saída do túnel segue-se um troço a céu aberto, que antecede a bacia de dissipação, e que se desenvolve ao longo de aproximadamente 254 m. Apresenta uma secção de vazão trapezoidal, com rasto igual a 3,70 m (medida que corresponde ao diâmetro do túnel), espaldas inclinadas a 1(V):1,5(H) e altura útil da secção de vazão de 4,10 m. Tem uma inclinação de rasto de 0,099%, sendo a cota do rasto na secção de montante 195,72 e na secção de jusante de 195,47.

Neste troço de canal as cotas do terreno natural são bastante mais elevadas do que as cotas da soleira do canal a implantar (desnível menor de cerca de 5 m). Tendo em conta a geologia do terreno, o canal será escavado em rocha branda, pelo que não se previu a execução do seu revestimento. Se durante a sua escavação se constatar que a rocha em que este se insere não tem características adequadas, este deverá ser revestido com enrocamento.

No seguimento deste troço encontra-se a estrutura de entrada da bacia de dissipação de energia, construída em betão, tendo o descarregador uma largura total de 5,80 m e uma largura útil de 5,30 m. Esta estrutura funciona como controlo do escoamento dos níveis de água e energia à saída do túnel, permitindo manter os níveis invariáveis quaisquer que sejam os níveis do golfo da albufeira do Alvito.

Pretendendo-se propiciar condições adequadas aos trabalhos de manutenção e de inspeção do canal e do túnel, esta estrutura foi dimensionada de forma a permitir a instalação de duas comportas ensecadeiras. Estas comportas serão colocadas sempre que haja necessidade de por as infra-estruturas a seco para manutenção e também nos períodos do ano em que a infra-estrutura não esteja em funcionamento.

Um pouco a montante das ensecadeiras será construída a tomada de água lateral T10, na margem esquerda do canal trapezoidal. Esta tomada de água está prevista como uma extensão a este projecto e irá abastecer de água um perímetro de rega, a montante da albufeira de Alvito.

A jusante segue-se a bacia de dissipação de energia, do tipo "Plunge Basin", que proporciona um colchão de água permanente sobre um leito em enrocamento para a dissipação de energia. O rasto desta estrutura encontra-se à cota de 194,5, apresentando assim um desnível de 1 m para o rasto da secção de montante.

Imediatamente a jusante da bacia de dissipação, desenvolve-se o canal de restituição da obra de saída do túnel, com uma extensão aproximada de 593 m. Apresenta uma vala de secção trapezoidal, cuja largura de rasto aumenta gradualmente para jusante, de 5,80 m para 20,00 m. As espaldas são inclinadas a 1(V):1,5(H), e esta vala tem altura variável entre 2,50 m e 3,50 m. Prevê-se ainda o revestimento deste canal com enrocamento de protecção ( $D_{50}=0,50$  m, com  $e_{min.}=1,00$  m) colocado sobre geotêxtil "não tecido".



Este troço final da obra de saída está implantado na área de regolfo da albufeira de Alvito, mesmo considerando o NmE (NPA à cota 197,5; NMC à cota de 198,85 e NmE à cota 172). Assim, face aos níveis mais frequentes de exploração desta albufeira, correspondentes a níveis próximos do NPA, o canal de restituição estará, em geral, submerso.

Este traçado do troço a jusante da bacia de dissipação foi definido com a preocupação de evitar que interferisse significativamente com o escoamento no vale da ribeira de Oriola, em situações de cheia, e encaminhar os escoamentos para um troço desta linha de água, já dentro da área de regolfo da albufeira de Alvito. Assim, os estudos hidrológicos realizados mostram que a área do leito de cheias da ribeira de Oriola, nomeadamente a correspondente à cheia centenária, não apresenta sobreposição com a zona de saída do túnel, nem mesmo com o troço da obra de saída a montante da bacia de dissipação de energia. Note-se ainda que se prevê que o circuito hidráulico esteja fora de serviço em situação de cheias.

Para evitar a existência de estruturas no interior do regolfo da albufeira de Alvito ao NPA, que interfeririam com o escoamento de cheia, optou-se por terminar o canal na cota do terreno natural adjacente. O canal de restituição intersecta uma linha de água afluente à ribeira de Oriola e encaminha os caudais directamente para a ribeira de Oriola, para um troço desta linha de água já dentro do regolfo da albufeira do Alvito.

#### **3.4.4. Acessos**

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é composto pela tomada de água na albufeira do Loureiro, pelo traçado do túnel e pela obra de restituição à albufeira de Alvito. Para realizar a manutenção do Troço de Ligação encontra-se prevista a execução de acessos de carácter definitivo à tomada de água e à obra de saída.

A obra de tomada de água na albufeira do Loureiro será o local de instalação de todo o equipamento hidromecânico que permitirá o controlo do funcionamento do circuito hidráulico. A via de acesso projectada para esta infra-estrutura, a partir da estrada Monte Trigo - Oriola (Caminho Municipal 1119), permitirá assim o acesso em boas condições durante a fase de exploração da tomada de água. O acesso projectado será ainda utilizado durante a fase de construção, já que esta área constitui uma das frentes de obra para a abertura do túnel.

Esta via terá uma extensão total de cerca de 1,98 km, contornando o regolfo da albufeira do Loureiro e sendo coincidente, na maioria do seu percurso, com caminhos já existentes. Este acesso terá uma faixa de rodagem com 2 vias, tendo as vias 2m e as bermas 0,5 m de largura. A via terá ainda 8 passagens



hidráulicas e três valas de recolha e encaminhamento dos escoamentos, dado interceptar várias linhas de água afluentes à barragem do Loureiro no seu traçado.

As escavações a realizar na implantação desta via serão em solos de natureza xistenta (provavelmente xistos quartzo-micáceo) e eventualmente em rochas brandas da mesma natureza - formações do substrato. A avaliação dos volumes de escavação e de aterro nos vários troços da obra, permitiu verificar que os volumes de escavação (11866 m<sup>3</sup>) excedem os volumes de aterro (8934 m<sup>3</sup>) em 2 930 m<sup>3</sup>. Relativamente à decapagem da superfície do terreno na área de implantação desta via, está será efectuada com uma espessura de cerca de 0,25 m.

No que respeita à obra de saída, esta também irá constituir uma das frentes de obra para a abertura do túnel, sendo assim necessária já na fase de construção a existência de uma via de acesso em boas condições. Na fase de exploração da obra de saída a via de acesso permanece necessária, já que esta estrutura será utilizada como local de captação/estação de bombagem para um bloco de rega e de acesso ao interior do túnel, para a realização dos trabalhos de manutenção e de inspecção, estando inclusive prevista a descida de máquinas ao rasto do canal.

A obra de saída desenvolve-se próximo de uma estrada secundária que estabelece a ligação entre a Estrada Nacional 384 e a Estrada Municipal 531, junto a Oriola, sendo que o troço final do túnel, em "cut & cover", atravessa esta estrada. Para realizar este troço será assim necessário seccioná-lo na fase de construção. Assim, será construído um troço provisório, durante a fase de construção, de forma a permitir o restabelecimento da circulação nesta via e também a garantir o acesso a esta frente de obra.

O traçado projectado para esta via tem uma extensão total de cerca de 0,54 km. A via terá uma faixa de rodagem composta por 2 vias com 3 m de largura e bermas com 1 m de largura. Este troço terá ainda uma passagem hidráulica. As escavações a realizar na implantação desta via serão em solos de natureza xisto quartzo-micáceos e em rochas brandas da mesma natureza.

O estudo preliminar da movimentação de terras na implantação deste acesso revela que os volumes de escavação (7923 m<sup>3</sup>) excedem os volumes de aterro (2169 m<sup>3</sup>) em 5754 m<sup>3</sup>. Relativamente à reposição do troço da estrada existente que é destruído na construção do túnel, os volumes de escavação (1763 m<sup>3</sup>) excedem os volumes de aterro (643 m<sup>3</sup>) em 1121 m<sup>3</sup>. Relativamente à decapagem da superfície do terreno na área de implantação desta via, está será efectuada com uma espessura de cerca de 0,25 m.

Este acesso será mantido na fase de exploração como caminho de serviço e de apoio aos trabalhos de manutenção, repondo-se ainda o troço de estrada destruído pela implantação do troço em "cut & cover".



Para além das duas vias descritas anteriormente serão ainda construídos um conjunto de acessos provisórios/caminhos de serviço, de forma a garantir a acessibilidade do troço intermédio em “cut & cover” e aos três poços de ataque.

### 3.4.5. Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado

#### 3.4.5.1. Descrição geral

Como já foi referido no capítulo anterior, a decisão de desenvolver e aplicar um dispositivo de segregação das águas das bacias do Guadiana e do Sado, resultou do parecer da CAIA ao Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva, onde esta entidade propôs a revisão do sistema hidráulico com vista ao desenvolvimento de uma alternativa hidráulica que evite os contactos directos entre as bacias hidrográficas dos rios Guadiana e Sado.

O estudo do Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado (Leal, 2004a e b), analisou então as alternativas para a implementação de um dispositivo de segregação das águas em trânsito no Subsistema de Rega de Alqueva.

A solução encontrada para garantir a separação das águas do Guadiana e do Sado corresponde a um dispositivo a ser instalado em todos os reservatórios de regularização sazonal do sistema primário de rega do Subsistema do Alqueva (Bloco Baixo Alentejo) localizados na bacia do Sado, incluindo as albufeiras de Alvito, Odivelas, Barras, Pisão, Roxo e Vale de Gaio.

A finalidade deste dispositivo é realizar o *bypass* do caudal ecológico dessas albufeiras, por forma a assegurar que a água que atinge a albufeira (oriunda da bacia do Guadiana pelo sistema primário de rega e das aflúências naturais na bacia do Sado à albufeira) só dela saia para o canal primário de rega, eliminando assim as descargas de água proveniente da bacia do Guadiana nos meios hídricos naturais da bacia do Sado.

No caso específico da barragem do Alvito, o caudal ecológico a alimentar a ribeira de Odivelas a jusante da barragem do Alvito, será proveniente da mesma bacia, sendo captado num ponto a montante da albufeira e transportado até jusante da barragem. Assim, o dispositivo de segregação de águas é composto fundamentalmente por:

- Um órgão de intersecção do caudal de uma linha de água na bacia que drena para a albufeira do Alvito, num ponto a montante desta – a tomada de água;





- Um órgão de condução desse caudal até um ponto situado a jusante do corpo da barragem – o canal ou conduta;
- Um órgão de restituição do caudal à linha de água de Odivelas – a bacia de dissipação.

Nos pontos seguintes é feita a descrição de projecto deste dispositivo segundo Leal (2004b), sendo apresentados os princípios de funcionamento do sistema e a descrição das estruturas a implantar.

### 3.4.5.2. Princípios de funcionamento

Os princípios gerais de funcionamento do dispositivo são:

- Todo o caudal a debitar na linha de água a jusante da albufeira deverá circular através do *bypass*, de forma a evitar o contacto da água do Sado, que se escoia naturalmente pela linha de água, com a água do Guadiana, que transitará pelo interior da albufeira;
- Todo o caudal que atingir a albufeira só dela sairá pelo canal.

O cumprimento destes princípios gerais requer a implementação de um adequado sistema de gestão do sistema hidráulico, de forma a que as albufeiras nele integradas possuam capacidade de armazenamento das cheias afluentes. Para que isso suceda, importa garantir que o enchimento da albufeira com água bombeada da albufeira de Alqueva só seja iniciado no final do Inverno, quando as probabilidades de uma cheia já são reduzidas.

Assim, a segregação das águas das bacias do Guadiana e do Sado não passará apenas pela implantação do dispositivo de segregação, mas também pela própria operação do sistema de adução de água.

O Subsistema de Rega de Alqueva baseia-se no bombeamento da água da albufeira de Alqueva a partir do final do Inverno até ao Verão, de maneira a reduzir custos e a otimizar a transferência de água ao longo de todo o sistema. Para minimizar o risco de descargas de água proveniente do Guadiana para a ribeira de Odivelas, o funcionamento do dispositivo de segregação de águas terá de ser coordenado com o bombeamento de água a partir de Alqueva, de acordo com o seguinte esquema de funcionamento:

- **Período 1:** Desde o fim da campanha de rega até pouco antes do final do Inverno (+/- 1 Out. – 15 Fev.). No início deste período, a albufeira deverá estar no nível mínimo de enchimento (NmE). No decurso deste período:
  - a) O canal de rega estará desactivado;
  - b) As aflúncias naturais: (i) serão derivadas pelo *bypass* para jusante da albufeira; (ii) vão enchendo a albufeira; (iii) transitarão para jusante (pelo descarregador de superfície), em caso de ocorrência de uma cheia.



- **Período 2:** Desde os finais do Inverno até ao início da campanha de rega (+/- 16 Fev. – 15 Abr). No decurso deste período:
  - a) O Troço de Ligação Loureiro-Alvito estará a debitar água; primeiro, a albufeira encherá até à soleira do canal de saída; depois, a água transitará para diante, ao longo do canal de rega;
  - b) As aflúências naturais: (i) serão derivados pelo *bypass* para jusante da albufeira; (ii) vão enchendo a albufeira ou transitando para diante, ao longo do canal de rega de saída.
- **Período 3:** Campanha de rega antes do período de ponta (+/- 16 Abr. – 30 Jun.). No decurso deste período:
  - a) O Troço de Ligação Loureiro-Alvito estará a debitar água, transitando esta para diante, ao longo do canal de rega; em princípio a albufeira estará completamente cheia;
  - b) As aflúências da linha de água onde se implementou o *bypass* (se ou enquanto as houver) serão quase integralmente derivadas pelo *bypass* para jusante da albufeira;
- **Período 4:** Campanha de rega durante o período de ponta (+/- 1 Jul. – 15 Ago.). No decurso deste período:
  - a) O Troço de Ligação Loureiro-Alvito estará a debitar água, transitando esta para diante ao longo do canal de rega; a albufeira contribuirá também com alguma água, para fazer face às necessidades de ponta, as quais são superiores aos caudais provenientes do canal de montante;
  - b) As aflúências da linha de água onde se implementou o *bypass* (se as houver) serão integralmente derivadas pelo *bypass* para jusante da albufeira.
- **Período 5:** Campanha de rega depois do período de ponta (+/- 16 Ago. – 30 Set.). No decurso deste período:
  - a) O Troço de Ligação Loureiro-Alvito estará a debitar água, transitando esta para diante, ao longo do canal de rega; em princípio a albufeira estará vazia;
  - b) As aflúências da linha de água onde se implementou o *bypass* (se as houver) serão integralmente derivadas pelo *bypass* para jusante da albufeira.

Conjuntamente com o esquema descrito, Leal (2004a) define ainda o regime de enchimento das albufeiras do Subsistema de Rega de Alqueva, delineando uma sequência de enchimento das albufeiras e objectivos de armazenamento em percentagem do volume útil para cada uma, na ausência dos quais se desencadeará ou intensificará o seu enchimento com água proveniente de Alqueva. A Figura 3.4.1 ilustra os critérios de enchimento adoptados.

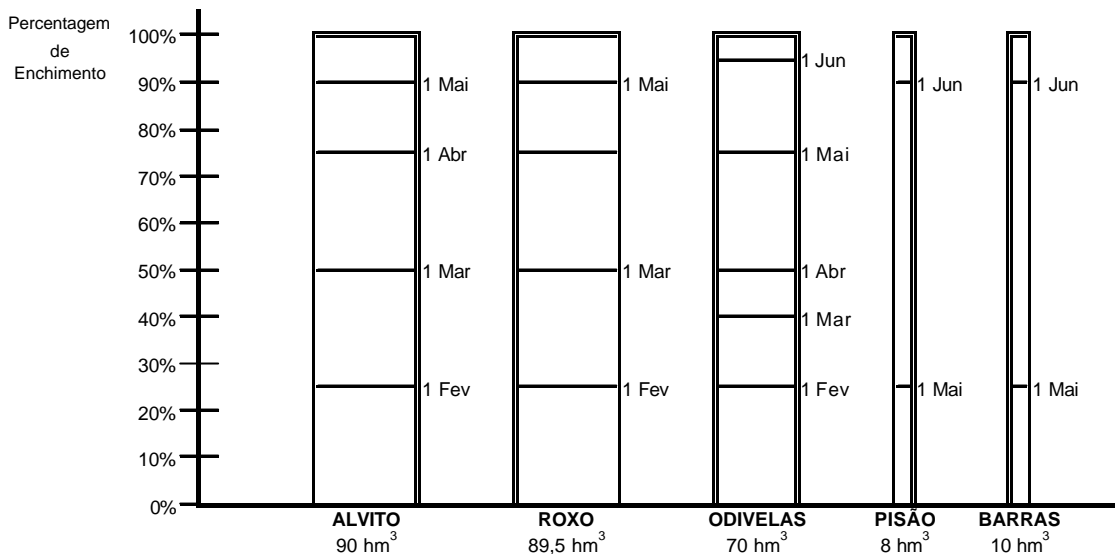


Figura 3.4.1 – Esquema ilustrativo dos critérios de enchimento de albufeiras adoptados

A simulação do funcionamento do sistema, envolvendo os critérios de exploração descritos no presente ponto aplicados à série de anos hidrológicos, provou que, em qualquer dos anos da série simulada:

- o enchimento decorre satisfatoriamente, isto é, as albufeiras chegam ao período de ponta com capacidade para satisfazer as necessidades de consumo;
- não se verificam excedentes de água afluente que provoquem descargas de cheia, após o início do enchimento de cada uma das albufeiras.

Assim sendo, a aplicação destes princípios de funcionamento permitirá a exploração adequada das albufeiras do Subsistema de Alqueva localizadas na bacia do Sado, impedindo que em situações de cheia sejam libertos caudais provenientes da bacia do Guadiana para os meios naturais da bacia do Sado.

### 3.4.5.3. Descrição de Projecto

Como já foi referido anteriormente, a solução adoptada para o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito envolve a construção de duas pequenas barragens de terra situadas muito próxima da barragem de Alvito, uma no interior da sua bacia hidrográfica, no ribeiro de Marruais, e outra na ribeira de Ervidal, imediatamente a jusante da barragem do Alvito. Estas obras de armazenamento permitirão disponibilizar a água necessária e nas épocas pretendidas, de acordo com o esquema de caudal ecológico definido para a barragem do Alvito (ver ponto 6.7.3 do presente EIA).

Assim, o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito será constituído pelas seguintes estruturas (Leal, 2004b):



- Um açude ou pequena barragem, a implantar no ribeiro dos Marruais, no local designado por Vale da Guioa, destinada a regularizar as aflúências diárias, de forma a se poder maximizar os volumes de água a derivar desta linha de água para a ribeira de Ervidal;
- Uma conduta de derivação dos volumes de água captados do Vale da Guioa, a funcionar graviticamente;
- Uma barragem a implantar na ribeira de Ervidal, destinada a regularizar as aflúências sazonais desta linha de água e também as aflúências provenientes da linha de água anterior;

A partir da barragem de Ervidal os caudais de manutenção ecológica serão conduzidos pelo leito da ribeira de Ervidal até confluírem com a ribeira de Odivelas, 1200 m a jusante da barragem do Alvito. Isto significa que a este troço da ribeira de Odivelas não serão assegurados os caudais de manutenção ecológica. Dado que este facto constitui um impacte ambiental sobre este troço da ribeira de Odivelas, prevê-se a realização de uma acção de compensação, consubstanciada na realização de um projecto de requalificação do troço da ribeira de Odivelas entre as albufeiras do Alvito e de Odivelas, troço com uma extensão total de cerca de 16km.

Assim, prevê-se, de modo a compensar o impacte do troço da ribeira de Odivelas que ficará sem caudais ecológicos, a realização de um projecto de requalificação da ribeira de Odivelas, com a seguinte metodologia geral a ser afinada em fases posteriores:

- Levantamento e caracterização exaustiva das diversas situações, no que respeita às suas características topográficas, geológicas e geomorfológicas, hidráulicas, sedimentológicas, florísticas, faunísticas, de ocupação humana das margens e terrenos confinantes;
- A partir de tal caracterização serão feitas propostas concretas, ao nível de projecto de execução, tendentes a, de uma forma geral, diversificar as condições hidráulicas e ripícolas, de forma a facilitar a recuperação ou a criação de habitats aquáticos e ribeirinhos com maior valia ambiental. Sem prejuízo de outras situações que possam justificar um tratamento diferenciado, prevê-se que se possam tratar individualizadamente duas situações tipo:
  - Nos trechos com maiores potencialidades deverá prever-se a sua renaturalização;
  - Nos outros trechos, deverá compatibilizar-se os usos dos terrenos confinantes com uma gestão marcadamente ambiental desses trechos;
- Ao nível da galeria ripícola, propõem-se acções de alargamento desta, replantação com espécies autóctones de elevado valor ecológico e eliminação de espécies exóticas invasoras (acácias, silvas, canas, etc.);



- Ao nível do leito do rio, propõem-se intervenções de criação de diversidade hidráulica como, por exemplo, rápidos, pegos, recessos, remansos, acentuações de meandros, alternância de margens escarpadas com taludes suaves, criação de secções compostas (leito de águas medias/leito de estiagem).

Preconiza-se ainda que tais intervenções sejam limitadas em número e projectadas com respeito pelas características da actual ribeira, de forma a minimizar os impactes das alterações, mesmo que estas pretendam melhorar as condições ecológicas. Pela mesma razão, elas deverão ser executadas faseadamente, de forma a minimizar os impactes associados às obras.

As barragens de Guioa e Ervidal foram dimensionadas de modo a assegurar capacidade de armazenamento suficiente para libertar os caudais necessários para a linha de água ao longo de todo o ano hidrológico. O Quadro 3.4.1 apresenta o resumo das características das barragens de Guioa e Ervidal.

Quadro 3.4.1 – Características principais das barragens da Guioa e de Ervidal

Características	Barragem da Guioa	Barragem de Ervidal
<b>Localização</b>		
Local	Vale da Guioa	Fonte do Lança
Concelho	Alvito	Alvito
Distrito	Beja	Beja
<b>Hidrologia</b>		
Linha de água	Ribeiro dos Marruais	Ribeira de Ervidal
Bacia Hidrográfica (ha)	1 152	657
Precipitação Anual (mm)	640	640
Escoamento Anual (mm)	180	180
Afluências Anuais (dam <sup>3</sup> )	2 406	1 418
<b>Albufeira</b>		
Cota do NPA	215,50	179,00
Cota do NmE	212,20	171,10
Cota do NMC	216,00	179,50
Volume Total ao NPA (dam <sup>3</sup> )	119	310
Volume Morto (dam <sup>3</sup> )	19	11
Volume Útil (dam <sup>3</sup> )	100	290
Área Inundada ao NMC (ha)	6,1	10,5
<b>Barragem</b>		
Tipo	Aterro Homogéneo	Aterro Homogéneo
Cota do Coroamento	217,00	180,50
Cota do leito da linha de água	210,00	168,00
Altura Máxima	7	12,5
Comprimento do Coroamento (m)	95	140
Largura do Coroamento (m)	4	6

De acordo com o regime de caudais de manutenção ecológica definidos para a barragem do Alvito (ver ponto 6.7.3 do presente EIA), o volume total anual libertado para a ribeira de Odivelas será de 3 154 dam<sup>3</sup>.



Para assegurar que as bacias hidrográficas das barragens da Guioa e de Ervidal conseguirão assegurar este volume anual, foram calculados os volumes das aflúncias anuais às secções das duas barragens, tendo-se obtido os seguintes valores: Barragem de Guioa – 2 406 dam<sup>3</sup>; Barragem de Ervidal – 1 418 dam<sup>3</sup>. Assim, o conjunto destas duas barragens conseguirão assegurar os volumes necessários para fornecer os caudais de manutenção ecológica à ribeira de Odivelas.

Em relação à derivação Guioa-Ervidal, esta será construída em conduta de PVC ø500, pressão de serviço 0,6 MPa, colocada em vala com profundidade mínima de 1,5 m e assente sobre leito granular. A conduta ficará dimensionada para transportar um caudal máximo de 0,6 m<sup>3</sup>/s, situação em que o escoamento terá uma velocidade de 3,1 m/s e um declive da piezométrica de 7,7 m/km. A conduta terá uma extensão aproximada de 1,5 km. Os atravessamentos das linhas de água far-se-ão através de sifão invertido.

A transposição da cumeada será executada em tubagem enterrada num troço de *cut & cover*, enterrada a profundidades que atingem um máximo de 12 metros e com cerca de 250 metros de extensão. A derivação termina na ribeira de Ervidal, em cuja margem será construída uma bacia de dissipação de impacto (caixa de betão com deflector) e, a jusante desta, será feita a protecção das margens com colchões tipo *Reno*.



## 4. Caracterização da Situação de Referência

Apresenta-se neste capítulo uma caracterização da situação de referência do ambiente na zona de estudo, que se procurou realizar de forma tão completa quanto possível. Esta caracterização consiste fundamentalmente na descrição das condições de cada descritor à data imediatamente anterior à implementação do projecto.

Os descritores ambientais estudados foram abordados de forma integrada na região em estudo e na sua envolvente, reportando sempre à legislação em vigor na matéria, bem como aos planos de ordenamento e outros diplomas que se consideraram pertinentes para a dinâmica funcional dos sistemas em análise.

A caracterização da situação ambiental de referência foi realizada a diferentes escalas, dependendo do descritor em análise, de modo a permitir a análise diferenciada dos impactes do projecto, sendo explicitado em cada caso, quando tal for relevante, o grau de incerteza inerente à caracterização do ambiente potencialmente afectado.

Finalmente, procedeu-se à projecção da evolução da situação de referência sem projecto (alternativa zero), de forma a ser possível a análise comparativa entre a alternativa de projecto e a alternativa "zero".

Nos pontos seguintes são apresentadas as análises temáticas da caracterização da situação de referência para cada descritor.

### 4.1. Clima

#### 4.1.1. Introdução

A área de projecto situa-se no concelho de Portel. Desta área geográfica não estão acessíveis quaisquer dados climatológicos para além dos fornecidos pela estação udométrica de Portel respeitantes à precipitação. Referentes a este parâmetro existem também dados da estação udométrica de Alvito, concelho próximo da área de estudo situado na envolvente da albufeira do Alvito.

A caracterização climática é baseada nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) em *O Clima de Portugal* (Fascículos XLIX). A informação dos parâmetros climáticos utilizados são provenientes da estação climatológica mais próxima da área de estudo; Viana do Alentejo (Lat=38°20' N; Lon=8°03' W; Alt=202 m) correspondente ao período 1951/1980 (INMG, 1991). Uma vez que



esta estação não apresenta dados relativos à insolação, considerou-se para a análise deste parâmetro a estação de Évora (Lat=38°34' N; Lon=7°54' W; Alt=309 m) no período 1951/1980 (INMG, 1991).

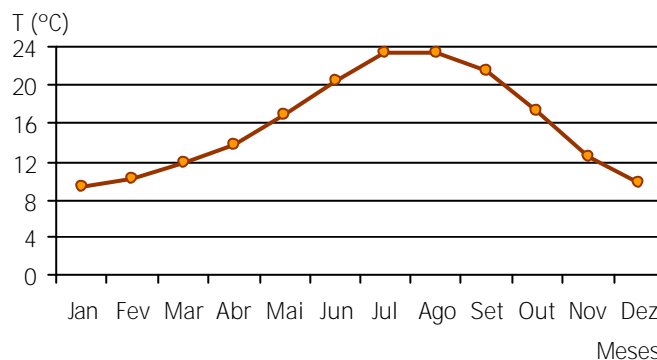
Dada a localização da área de estudo no concelho de Portel e a existência de uma estação udométrica neste concelho efectuou-se, a fim de complementar os dados e aproximar a análise à área de projecto, a análise da precipitação com os dados da estação udométrica de Portel (Lat=38°18' N; Lon=7°42' W; Alt=315 m) no período 1951/1980 (INMG, 1991), conjuntamente com os dados da estação udométrica de Viana do Alentejo (Lat=38°19' N; Lon=8°00' W; Alt=230 m).

Os parâmetros analisados são a temperatura média do ar, a precipitação, a humidade do ar, o vento, a nebulosidade, a evaporação, a insolação, a radiação solar e o nevoeiro. Por último, o clima é descrito segundo as classificações climáticas de Emberger, Köppen e Gaussen.

## 4.1.2. Caracterização climática

### 4.1.2.1. Temperaturas médias do ar

Segundo o Clima de Portugal (INMG, 1991), os valores médios obtidos na estação mais próxima da área de estudo referentes à temperatura média mensal do ar em °C para cada um dos meses do ano, são apresentados de seguida.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.1 - Valores de temperatura média mensal do ar ao longo do ano no período 1951/1980

O gráfico da figura 4.1.1 exemplifica a variação significativa da temperatura ao longo do ano, característica do clima mediterrâneo. A curva dos valores médios de temperatura evidencia a existência de dois períodos distintos, a estação quente que inclui os meses de Junho, Agosto e Setembro com temperaturas acima dos 20 °C e ao estação fria, na qual os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro com temperaturas menores ou





iguais a 10°C. Entre estas duas estações as temperaturas médias possuem um carácter intermédio que contribuem para a amenização do clima.

Segundo as normais climatológicas do INMG, Viana do Alentejo registou entre 1951 e 1980 uma temperatura média anual de 15,9°C. A média anual das temperaturas máximas registadas ascende aos 22,3°C, sendo que o valor mais elevado (33,1 °C) foi registado nos meses de Julho e Agosto. Quanto à média anual das temperaturas mínimas, registaram-se 9,5°C, e o valor mínimo de 4,8°C no mês de Janeiro. A temperatura média das máximas absolutas registou como valor mais elevado 42,2°C em Julho e a temperatura média das mínimas absolutas registou o valor – 5,7°C em Janeiro.

A amplitude térmica anual define-se como sendo a diferença entre os valores da temperatura média do ar do mês mais quente e a temperatura média do ar no mês mais frio que corresponde a 13,9 °C. Os quantitativos relativos à média das temperaturas máximas e à média das temperaturas mínimas demonstram uma variação bastante maior, indicando a presença de Invernos frios e Verões quentes.

#### 4.1.2.2. Precipitação

A variação na precipitação pelas diversas regiões depende dos diversos factores que as caracterizam, como por exemplo a altitude e a posição relativa à orografia (a montante ou a jusante do vento).

A área de projecto caracteriza-se por possuir uma elevada variabilidade interanual relativamente à precipitação. Verifica-se a ocorrência de meses bastante chuvosos e de meses com muito fraca pluviosidade. De igual forma, os quantitativos de precipitação variam significativamente entre um ano seco e um ano húmido típicos (num ano húmido a precipitação é mais do dobro da registada em ano seco), ocorrendo, por vezes, variações extremas entre anos muito húmidos e anos de seca (SEIA, 1995).

No quadro seguinte observam-se os dados referentes a este parâmetro climatológico para três estações próximas da área de estudo (INMG, 1991).

Quadro 4.1.1 – Valores de Precipitação média mensal ao longo do ano no período 1951/1980

Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
E.C. Viana do Alentejo	103,6	96,9	90,8	52,6	41,0	23,2	5,9	4,0	27,2	76,8	87,5	96,6	<b>706,1</b>
E.U. Viana do Alentejo	107,5	101,9	95,2	57,2	43,7	24,2	7,3	5,2	26,2	75,8	86,3	96,3	<b>726,8</b>
E.U. Portel	102,9	99,5	95,3	51,9	41,7	24,0	4,7	2,0	23,8	67,8	83,8	92,0	<b>689,4</b>

Fonte: Estação climatológica (E.C.) de Viana do Alentejo, estação udométrica (E.U.) de Viana do Alentejo e estação udométrica de Portel (INMG, 1991)

Valores de precipitação= 100 mm  
Valores de precipitação= 5 mm





Verifica-se com base nos valores apresentados (Quadro 4.1.1) que o período mais chuvoso inclui os meses de Outubro a Março, sendo Janeiro o mês com maior precipitação. Como referido anteriormente, denota-se um período com uma quase ausência de precipitação correspondente aos meses de Verão. De acordo com os dados apresentados, o valor da precipitação média anual da área de projecto rondará os 700 mm (INMG, 1991).

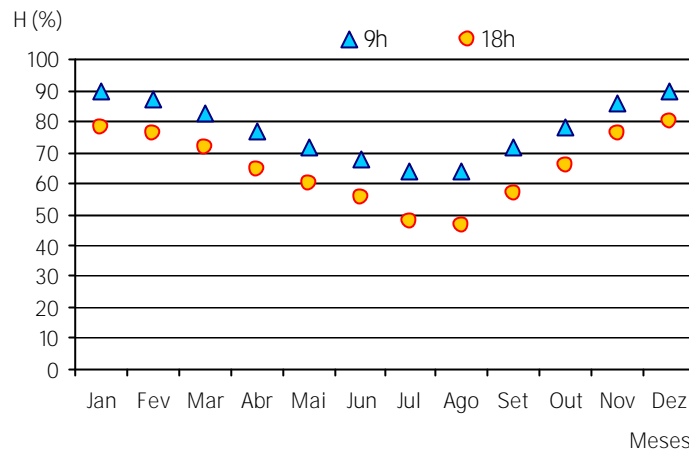
Os valores da precipitação máxima diária registados nas estações consideradas diferem substancialmente entre os locais analisados, verificando-se uma máxima diária de 85,5 mm na estação climatológica de Viana do Alentejo, de 227,9 mm na estação udométrica de Viana do Alentejo e de 73,3 mm na estação udométrica de Portel. Como se pode verificar pelos dados expostos, os valores de precipitação fornecidos pelas estações de Viana do Alentejo são superiores aos registados em Portel. Este facto deve-se previsivelmente à sua maior proximidade ao oceano e à exposição aos ventos oceânicos, conjuntamente com a presença da Albufeira de Alvito que confere uma maior evaporação nesta zona.

Os valores de precipitação iguais ou superiores a 10,0 mm correspondem normalmente a situações associadas à passagem de sistemas frontais. A informação acerca do número médio anual de dias com precipitação = 10 mm, contabiliza cerca de 24 dias em Portel e 25 dias em Viana do Alentejo. O número médio anual de dias com precipitação superior ou igual a 0,1 mm é de cerca de 93 dias em Viana do Alentejo e de 75 dias em Portel. Verifica-se que os meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março são responsáveis por mais de metade da precipitação anual.

Os dados analisados indicam que a distribuição da precipitação é semelhante para as três estações consideradas. Esta região apresenta um Inverno chuvoso e um Verão seco e quente sendo que em Julho e Agosto praticamente não se regista precipitação.

#### 4.1.2.3. Humidade relativa do ar

A humidade relativa do ar para a estação climatológica de Viana do Alentejo encontra-se expressa no gráfico seguinte. Os dados reflectem o estado hidrométrico do ar pela manhã (9h) e de tarde (18h). A Figura 4.1.2 permite observar as alterações da humidade relativa do ar ao longo do ano. Estas variações são principalmente condicionadas pela oscilação da temperatura e pela natureza das massas de ar, podendo admitir-se que uma variação de temperatura provoca, regra geral, uma variação da humidade (INMG, 1991). Observa-se que os valores máximos ocorrem sempre durante a manhã. Esta diferença acentua-se nos meses de Verão.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.2 - Humidade relativa do ar ao longo do ano no período 1951/1980

Deste modo, a humidade relativa do ar na região em estudo apresenta os valores mais elevados nas manhãs dos meses de Inverno (9h), valores esses que diminuem apenas ligeiramente durante o dia até ao final da tarde (18h). Nos meses de Verão a humidade relativa é mais baixa e diminui mais notoriamente ao longo do dia, embora a maior diferença entre a manhã e a tarde seja apenas de 17% registada no mês de Agosto.

#### 4.1.2.4. Ventos

O vento é um elemento climático facilmente influenciado por factores locais, particularmente as camadas de atmosfera que contactam com a superfície do terreno. Os parâmetros mais frequentemente utilizados para caracterizar o regime dos ventos são a velocidade média (km/h), o rumo, a frequência e as situações de calma (c) que ocorrem quando a velocidade do vento é inferior a 1,0 km/h e sem rumo determinável.

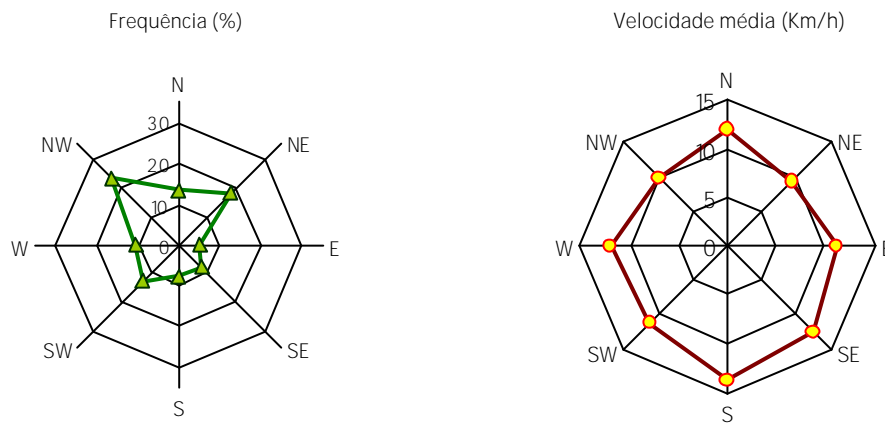
Os dados de Viana do Alentejo permitem inferir que os ventos mais frequentes na área de estudo são os de rumo Noroeste (23,2%), seguidos pelos de rumo Nordeste (18,3%) (Figura 4.1.3). Os ventos de rumo Noroeste são mais frequentes nos meses de Abril a Setembro inclusive (atingindo o valor 37,7% em Julho), com velocidades médias respectivamente de cerca de 10 km/h. Nos meses de Outubro a Março o rumo mais frequente é o Nordeste com velocidades de cerca de 9 km/h.

A velocidade média do vento não é significativamente variável e apresenta valores mais elevados para o Sul (13,8km/h), seguido do rumo Sudeste (12,5km/h). A velocidade média mais reduzida é observada para o rumo Nordeste (9,3km/h). Todos restantes rumos possuem valores entre os 10 e os 11 km/h, facto que permite concluir que a velocidade é relativamente constante ao longo do ano.



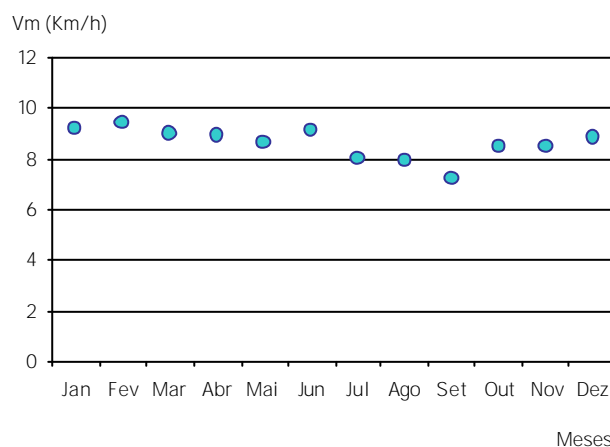
A velocidade do vento apresenta um valor médio anual de 8,5 km/h, com um máximo no mês de Fevereiro (9,4 km/h) e um mínimo no mês de Setembro (7,2 km/h) (Figura 4.1.4) que correspondem a ventos fracos a moderados. A velocidade média mais elevada foi registada para o rumo Sul (17 Km/h). As situações de calma atingiram uma frequência média de 1,6%, tendo-se verificado nos meses de Abril, Agosto e Setembro a sua menor frequência (0,5-0,7%) e em Janeiro (2,7 %) a maior frequência. Registam-se 4,4 dias com ventos superiores a 36,0 km/h e 0,8 dias com ventos superiores a 55,0 km/h.

No geral, observa-se que o vento apresenta na área de estudo rumos predominantes de NE e NW embora não se verifique uma variabilidade espacial no que se refere à velocidade. As velocidades possuem valores semelhantes ao longo do ano e para qualquer dos rumos.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.3 - Frequência (%) e velocidade (Km/h) do vento para cada rumo no período 1951/1980



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

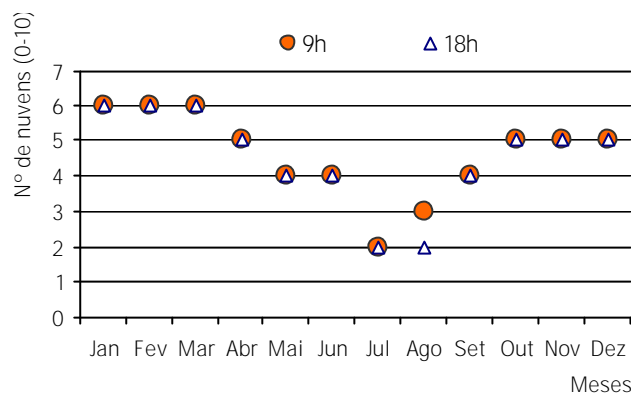
Figura 4.1.4 - Velocidade média do vento (Km/h) ao longo do ano no período 1958/1980



#### 4.1.2.5. Nebulosidade

A nebulosidade define-se como a fracção do céu coberta de nuvens e é expressa numa escala de 0 a 10 (décimos). Zero equivale a céu limpo e dez a céu totalmente coberto. Assim, a nebulosidade média diária indica a quantidade de nuvens existentes no céu, vistas do local de observação no instante considerado.

De acordo com a figura que se segue, a nebulosidade em Viana do Alentejo é idêntica para os dois períodos do dia analisados (manhã e tarde), à excepção do mês de Agosto.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.5 - Nebulosidade média registada de manhã e de tarde ao longo do ano (1951/1980)

Observa-se uma diminuição da nebulosidade nos meses de Verão, nomeadamente em Julho e Agosto. Contrariamente, verifica-se um aumento da nebulosidade nos meses de Inverno, com maior incidência em Janeiro, Fevereiro e Março. A nebulosidade média anual é igual para os 2 períodos do dia e igual a 4/10.

Os dados relativos ao número de dias com nebulosidade superior a 8/10 apontam para 99,4 dias muito nublados e os valores de nebulosidade inferior a 2/10 apontam para 135 pouco nublados (INMG, 1991).

Esta informação correlaciona-se a temperatura média do ar, nomeadamente com a amplitude térmica. Verifica-se que a amplitude térmica diária atinge valores mais elevados nos meses de Verão (particularmente nos meses de Julho e Agosto) o que se deve ao acentuado arrefecimento nocturno, determinado pela escassez de nebulosidade desses meses.

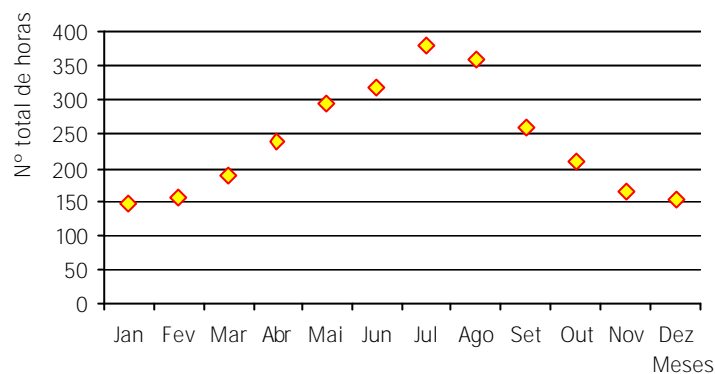
#### 4.1.2.6. Insolação

A insolação é inversamente proporcional à nebulosidade e mede o número de horas de sol descoberto por dia, indicando de uma forma semi-quantitativa a intensidade da radiação solar incidente. Uma vez que a



estação climatológica de Viana do Alentejo não apresenta dados relativos à insolação, os valores apresentados pertencem à estação climatológica de Évora (Figura 4.1.6) (INMG, 1991).

A elevada nebulosidade normal nos meses de Inverno intercepta a radiação solar, condicionando desta forma a insolação. Deste modo, os valores de insolação são consideravelmente superiores no Verão. Nos meses de Junho, Julho e Agosto registam-se os valores mais elevados do número total de horas de sol descoberto: 317,3; 379,6 e 358,1 respectivamente.



Fonte: Estação climatológica de Évora (INMG, 1991)

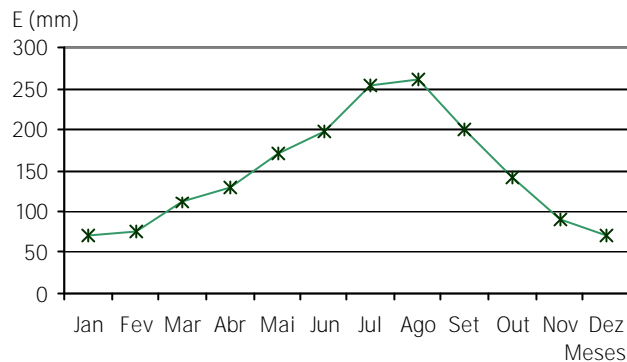
Figura 4.1.6 - Número total de horas de sol descoberto ao longo do ano no período 1951/1980

Os meses com menor insolação equivalem a Dezembro (152,1), Janeiro (147) e Fevereiro (154,7). O número total anual de horas de sol descoberto equivale a 2 869,5h que corresponde a uma percentagem total de 64% de insolação.

Muito embora não exista uma estação na área de projecto, considera-se que os valores de insolação apresentados caracterizam adequadamente a região em termos gerais. Segundo HIDROPROJECTO *et al.* (1999), a insolação anual ponderada de toda a área da bacia do rio Guadiana ronda as 2 829 h e os meses de Julho e Agosto registam os maiores índices de insolação (cerca de 370 h).

#### 4.1.2.7. Evaporação

A evaporação é o processo de perda de vapor de água para a atmosfera a partir de superfícies aquáticas. Este parâmetro possui alguma importância na área de estudo uma vez que esta se situa junto do plano de água da albufeira do Alvito. Esta influência denota-se sobretudo nos meses de Julho e Agosto onde as elevadas temperaturas permitem uma evaporação máxima da ordem dos 262 mm em Agosto. Os valores de evaporação ao longo do ano apresentados na Figura 4.1.7 caracterizam uma região seca, com temperaturas elevadas e fraca nebulosidade nos meses de Verão.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.7 - Evaporação média mensal ao longo do ano no período 1951/1980

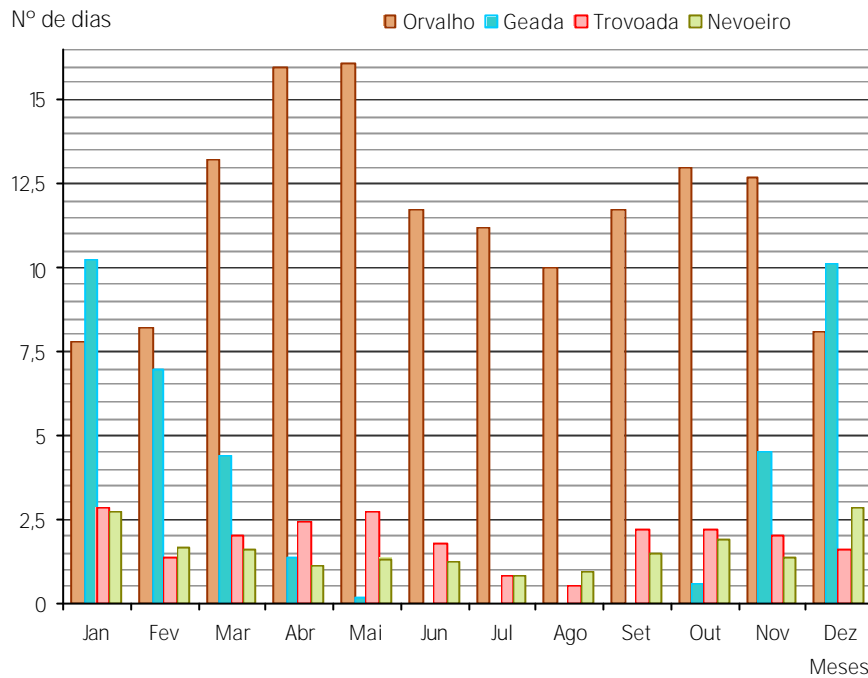
O gráfico resultante representa uma curva semelhante à curva da temperatura média do ar, facto que comprova a interdependência natural da evaporação relativamente à temperatura, onde os meses mais quentes e secos proporcionam os maiores valores de perda de água para a atmosfera.

Dada a estreita relação entre a evaporação e a evapotranspiração, esta última será também referida neste sub-capítulo. A evapotranspiração corresponde à quantidade de água que o solo cede realmente por unidade de área e de tempo à atmosfera, quer por transpiração das plantas, quer por evaporação directa do solo (Mendes & Bettencourt, 1980).

Os dados disponíveis relativamente a este parâmetro provêm da estação climatológica de Moura (Mendes & Bettencourt, 1980). Na estação de Moura registou-se um valor de evapotranspiração real (ETR) de 421 mm anuais. Relativamente aos valores mensais, a subida mais significativa regista-se nos primeiros meses do período seco, altura em que ainda existe água no solo. Após este período, embora a temperatura aumente, a fraca disponibilidade de água no solo não permite a ocorrência de elevados valores de evapotranspiração. A evidenciar este facto, os valores de deficiência hídrica registam em Julho e Agosto, valores relativamente elevados, na ordem dos 135 mm mensais (Mendes & Bettencourt, 1980).

#### 4.1.2.8. Outros meteoros

Os restantes parâmetros caracterizadores do clima da área de estudo são as geadas, o orvalho, a trovoadas e o nevoeiro. O número total de dias ao longo do ano nos quais estes elementos registam presença está representado na Figura 4.1.8.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.8 - Número de dias com registo de outros meteoros ao longo do ano (1951/1980)

A humidade e a temperatura têm influência nas precipitações sob a forma de orvalho e geada. A condensação da humidade atmosférica dá lugar a gotas de água ou partículas de gelo conforme a temperatura seja positiva ou negativa. O orvalho forma-se para temperaturas superiores a 0°C e a geada para temperaturas inferiores.

Nos meses de Inverno ocorrem por vezes temperaturas inferiores a 0°C, normalmente relacionadas com massas de ar polar continental seco e frio e acompanhadas de céu limpo ou pouco nublado e vento de Este ou Nordeste, geralmente fraco. Estas condições, associadas a factores locais como a natureza e o estado do solo, o tipo de vegetação, a exposição e a altitude, condicionam a formação de **geadas**. Este fenómeno atinge os 38,4 dias por ano e as primeiras geadas aparecem a partir de Novembro e as geadas mais tardias podem ocorrer até final de Março, princípio de Abril.

Verifica-se que a ocorrência de **orvalho** é muito frequente em todos os meses à excepção daqueles com maior frequência de geadas. Mesmo nos meses mais secos existe água disponível para a formação de orvalho. O número de dias com orvalho por ano ascende aos 139,7.

O nevoeiro é uma suspensão de gotículas muito pequenas de água na atmosfera que reduzem a visibilidade horizontal a menos de 1 km. O mecanismo mais frequente e eficaz do nevoeiro é o arrefecimento do ar húmido, o qual pode resultar do contacto da massa de ar com a superfície do globo





arrefecida pela emissão de radiação terrestre durante a noite (nevoeiro de radiação), do deslocamento horizontal (nevoeiro de advecção), ou na subida forçada de massa de ar numa encosta (nevoeiro orográfico).

A ocorrência de **nevoeiros** não é muito frequente, verificando-se em média cerca de 18,9 dias por ano, essencialmente nos meses de Inverno, devido à elevada humidade do ar, ao arrefecimento nocturno e à reduzida velocidade do vento durante a noite e a manhã.

As **trovoadas** não são frequentes nesta região, ocorrendo praticamente em todos os meses do ano, destacando-se o mês de Janeiro (com a média de 2,8 dias). O número total anual registado foi de 22,4 dias com trovoadas. Ocorrem, no entanto maior número de trovoadas no Inverno, na Primavera e no Outono, associadas à passagem de superfícies frontais.

### 4.1.3. Microclima

Na área de projecto, em virtude dos diferentes tipos de ocupação do solo, posição geográfica, relevo e exposição, ocorrem pequenas variações nos parâmetros climáticos considerados nesta análise. Considerando a Estação udométrica de Portel, observa-se que nesta estação o valor anual de precipitação registada é um pouco inferior ao valor registado em Viana do Alentejo.

A área de estudo possui relevos relativamente acidentados junto à tomada de água da barragem do Loureiro e os solos são ocupados maioritariamente por montados e matos. Na área junto à Albufeira do Alvito, onde será efectuada a descarga, os relevos são planos e os solos são ocupados maioritariamente por olivais e culturas cerealíferas. Estes factores dão origem a variações mínimas em parâmetros climáticos como a temperatura, a humidade, o orvalho, etc., variações essas que determinam o microclima.

Quanto maior for a densidade do coberto vegetal maior será a dissipação da radiação incidente, condição que implica um abaixamento da temperatura. O relevo acentuado condiciona a circulação atmosférica e o regime de ventos e dá origem a maiores valores de temperatura e menores valores de humidade nas zonas com exposição a E, SE e S. Contrariamente, os valores de temperatura são um pouco mais baixos (na ordem dos 1 a 2 graus) e de humidade um pouco mais elevados no caso da exposição ser orientada a W, NW ou N.



Por outro lado, quanto menor for a densidade do coberto vegetal de uma dada área, maior será a perda de água do solo para a atmosfera por evaporação, nomeadamente nos meses em que a disponibilidade de água ainda o permita.

#### 4.1.4. Classificações climáticas

Os factores que influenciam o clima da área de estudo incluem também o posicionamento geográfico (no Alentejo central) e a orografia da região. A caracterização do clima da área de estudo é de seguida complementada com as classificações climáticas de três autores (Emberger, Köppen e Gaussen). Estas classificações resultam de relações e análises entre alguns dos parâmetros descritos anteriormente.

##### 4.1.4.1. Classificação climática de Emberger

A classificação bioclimática de Emberger utiliza os seguintes parâmetros: as temperaturas médias extremas, a precipitação e a evaporação. Com base nestes parâmetros este autor elaborou um índice cujo valor se enquadra num andar climático definido no diagrama que complementa a classificação, o diagrama de Emberger.

O resultado deste índice, denominado Quociente Ombrotérmico de Emberger é obtido segundo a fórmula:

$$Q = 2000 P / (M+m)(M-m)$$

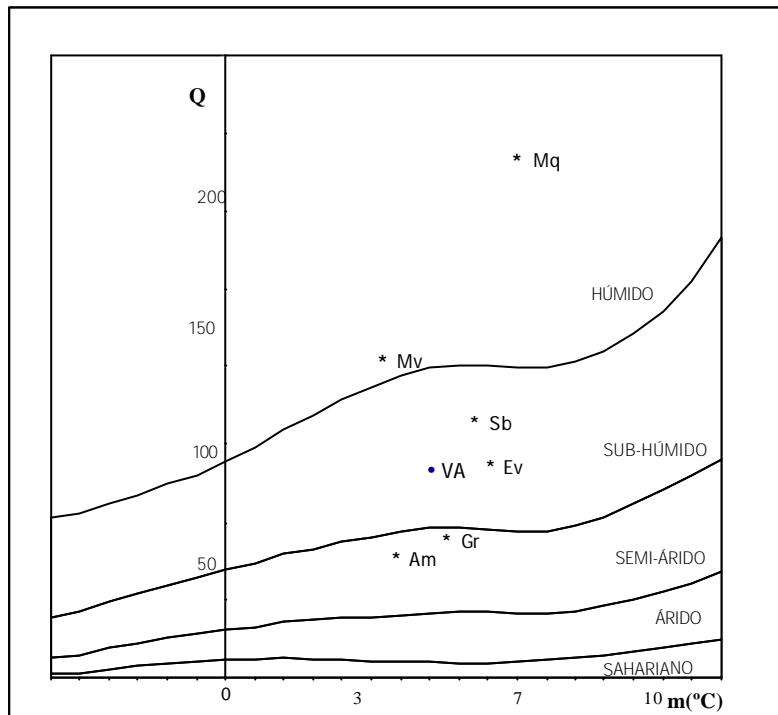
P = precipitação média anual (mm).

M = média das máximas do mês mais quente (°K).

m = média das mínimas do mês mais frio (°K).

Efectuado o cálculo com os dados referentes à estação meteorológica de Viana do Alentejo chegou-se a um valor de Q de 88,7. Este valor encontra-se assinalado no diagrama de Emberger da Figura 4.1.9 conjuntamente com o posicionamento de outros locais do sul do país a título de comparação. Neste diagrama estão representados os cinco andares bioclimáticos da região mediterrânica, definidos por este autor: Húmido, Sub-húmido, Semi-árido, Árido e Sahariano.

Conclui-se que a área de estudo se situa no domínio climático sub-húmido, sendo este um local onde se regista já um relativo grau de humidade devido à sua altitude e posicionamento geográfico.



Fonte: Lecompte 1986, in Correia, 1994. [• VA: Viana do Alentejo e outros locais para comparação (\*Gr: Grândola; \*Ev: Évora; \*Sb: Setúbal; \*Mv: Marvão; \*Mq: Monchique; \*Am: Amareleja)]

Figura 4.1.9 - Adaptação do diagrama de Emberger

#### 4.1.4.2. Classificação climática de Köppen

A classificação climática de Köppen correlaciona os parâmetros temperatura e precipitação. Segundo esta classificação (Classificação dos Climas em Escala Planetária), o clima da região onde se localiza o projecto é do tipo *Csa*, ou seja, clima temperado (mesotérmico; C) com Inverno chuvoso e Verão seco (mediterrânico) (s) e quente (a), visto a temperatura média do ar no mês mais quente superior a 22°C e a média das mínimas do mês mais frio ser superior a 3°C (HIDROPROJECTO *et al*, 1999).

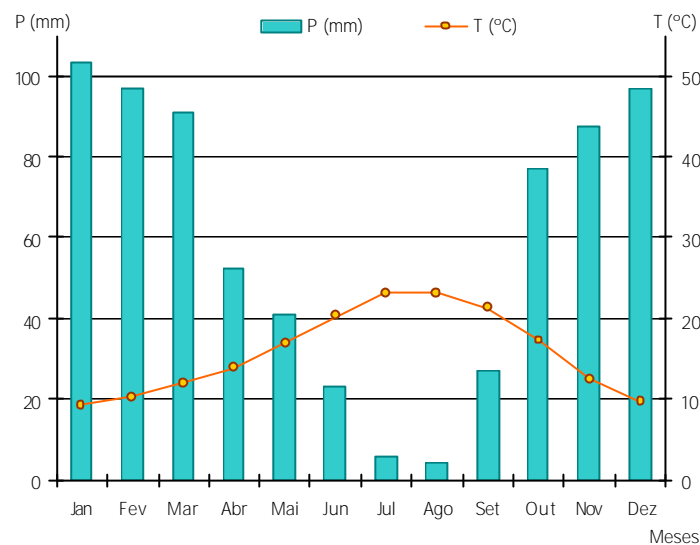
A área de projecto apresenta características típicas de clima mediterrânico, com invernos chuvosos e verões secos. Esta zona enquadra-se na Região Climática D, caracterizada por heterogeneidade fisiográfica pouco acentuada, com pequenas variações espaciais dos elementos climáticos (temperatura média anual entre 15° a 17.5° C, precipitação média anual entre 500 e 1000 mm e insolação média anual entre 2600 e 3000 h).

#### 4.1.4.3. Caracterização climática de Gaussen

A caracterização climática de Gaussen analisa o clima com base na relação temperatura-precipitação da qual resulta o diagrama termopluiométrico da Figura 4.1.10. O gráfico permite a individualização de um



período do ano em que a pluviosidade mensal é menor que o dobro da temperatura média, denominado período xérico. Verifica-se que na estação de Viana do Alentejo, o período xérico inclui a totalidade dos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro. Os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro representam a estação húmida e apresentam os valores máximos de pluviosidade.



Fonte: Estação climatológica de Viana do Alentejo (INMG, 1991)

Figura 4.1.10 - Gráfico Termopluviométrico ou diagrama ombrotérmico de Gausson

Da análise conjunta do regime de precipitação e de temperatura, conclui-se que:

- Os meses de temperatura mais elevada, Junho, Julho, Agosto e Setembro, são os que registam menores quantitativos de precipitação, indicando a presença do período Xérico, que corresponde à estação seca;
- Os meses mais chuvosos coincidem com os de menor temperatura, ocorrendo o máximo de precipitação no Inverno, no mês de Janeiro.

Também o índice xerotérmico de Gausson ( $X$ ) pode ser utilizado para caracterizar um determinado tipo de clima. Este índice contabiliza os meses e os dias secos do ano (Bagnouls & Gausson, 1952 *in* Alcoforado *et al.*, 1982) de forma que, ao número de dias secos consecutivos do período xérico ( $P < 2T$ ), subtrai-se o número de dias em que choveu e metade do número de dias de nevoeiro do mesmo período. O valor obtido é multiplicado por um coeficiente que depende do estado higrométrico do ar segundo Alcoforado *et al.* (1982), obtendo-se então o valor de  $X$ .

Após efectuado o cálculo de  $X$  para a estação de Viana do Alentejo obtêm-se o valor de 87, correspondente ao domínio climático Mesomediterrâneo ou "Sub-húmido" acentuado, mas muito próximo do domínio



climático Mesomediterrâneo atenuado (onde previsivelmente se situa pelo menos parte da área de projecto). Ambos os domínios são possuidores de um grau de humidade moderado (Quadro 4.1.2).

Quadro 4.1.2 – Limites climáticos baseados no valor do Índice Xerotérmico de Gausсен

Domínio Climático	Índice Xerotérmico (X)	Classes Reconhecidas em Portugal	
		T. média de Jan. < 7°C	T. média de Jan. > 7°C
Atlântico	0	√	
Sub-mediterrânico	0 a 45 (±5)	√	√
Mesomediterrânico ou sub-húmido atenuado	45 (±5) a 80 (±5)	√	√
Mesomediterrânico ou sub-húmido acentuado	80 (±5) a 100 (±5)		√
Termomediterrânico ou semi-árido atenuado	100 (±5) a 125 (±5)		√
Termomediterrânico ou semi-árido acentuado	125 (±5) a 150 (±5)		√

Fonte: Alcoforado *et al.* (1982)

#### 4.1.5. Síntese

Após a realização da análise e das classificações climáticas, efectua-se neste sub-capítulo um resumo das características bioclimáticas das estações climatológicas mais próximas da área a afectar pelo Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

Conclui-se que o clima da área de estudo é tipicamente mediterrânico, com duas estações evidentes, uma estação quente e seca e uma estação fria e húmida. Segundo os autores das diversas classificações climáticas efectuadas, o clima desta área é Sub-húmido (com fraco a moderado grau de humidade), mesotérmico e pertence ao piso bioclimático mesomediterrânico.

Integrado na região mediterrânica, o clima com temperaturas elevadas e humidade considerável existente na área de estudo possui um regime de ventos fracos e uma elevada insolação.



#### 4.1.6. Evolução da situação de referência sem projecto

As futuras alterações no clima da região em estudo prendem-se mais directamente com o enchimento da albufeira de Alqueva, com influência a uma escala muito superior à considerada no âmbito do troço Loureiro-Alvito.

Deste modo, considerando a ausência da implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, a evolução previsível do clima nesta região incluirá as alterações associadas à presença da Albufeira do Alqueva e referidas pelo Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva (SEIA, 1995): o aumento da humidade relativa ao longo de todo o ano, o suavizar das temperaturas extremas e a diminuição de ocorrência de geadas.

A não implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito implica ainda a inviabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, na sua configuração actual. Assim, caso o presente projecto não se realize, também os impactes sobre o clima do Subsistema de Alqueva deixarão de se verificar. Esses impactes incluem um aumento significativo da evaporação real na área de implementação do Subsistema de Rega de Alqueva (devido à introdução do regadio e à criação de vários novos espelhos de água), que por sua vez resultará numa possível redução da temperatura junto ao solo no período estival, perspectivando-se uma diminuição das temperaturas mínimas e máximas



## 4.2. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia

### 4.2.1. Introdução

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito situa-se numa área de grande complexidade estrutural, numa zona onde os terrenos metamórficos caracterizam a unidade morfológica fundamental do relevo do Alentejo – a Peneplanície Alentejana. É importante referir que este projecto para além de abranger a Peneplanície Alentejana, também atinge parte da Serra de Portel.

As características de reduzida permeabilidade que o substrato rochoso xistento apresenta são responsáveis pela definição de um padrão de drenagem muito denso, constituído por inúmeras linhas de água, assim como pela reduzida aptidão aquífera das formações aflorantes.

A caracterização geológica e geomorfológica realizada no âmbito do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Barragem do Loureiro (Nemus, 2002) e o Estudo Geológico-Geotécnico do traçado do túnel de ligação Loureiro-Alvito (FBO & WSWatkins, 2002), foram, conjuntamente com algumas referências bibliográficas e cartográficas disponíveis sobre a região, as principais fontes de informação.

O presente EIA resulta da análise, interpretação e tratamento dos dados considerados de maior relevância para a caracterização dos aspectos relacionados com a litostratigrafia, geomorfologia, tectónica, sismicidade, recursos geológicos e geotecnia.

Os levantamentos de campo permitiram a visualização da região a estudar, possibilitando não só o reconhecimento de superfície dos terrenos, como também a interpretação de alguns aspectos considerados de particular importância para o desenvolvimento deste estudo.

### 4.2.2. Caracterização geológica regional

#### 4.2.2.1. Enquadramento geológico

Neste item pretende-se enquadrar o local de edificação do túnel de ligação Loureiro-Alvito, numa perspectiva regional, estabelecendo assim as bases para a identificação e avaliação dos principais impactes sobre os aspectos geológicos locais e/ou regionais.

O túnel de ligação Loureiro-Alvito será construído numa zona onde afloram terrenos metamórficos antigos (de idade pré-câmbrica a silúrica), formações carbonatadas terciárias e depósitos recentes do Quaternário (Figura II.6, Volume II).



Os terrenos metamórficos que constituem o substrato rochoso, são na sua grande maioria de natureza xistenta. Pertencem à unidade morfoestrutural mais antiga do território Português - o Maciço Hespérico - e enquadram-se na Zona de Ossa Morena (ZOM), zona com características paleogeográficas, tectónicas e metamórficas bem vincadas relativamente a todas as outras, nas quais esta unidade se subdivide.

O Maciço Hespérico é composto por rochas pré-câmbricas e paleozóicas que formam o fragmento mais contínuo do soco hercínico da Europa (Ribeiro *et al.*, 1979). O forte dobramento e a fracturação que afecta os terrenos do Maciço Hespérico evidenciam a deformação ocorrida durante a orogenia hercínica, que é responsável por uma grande parte dos acidentes frágeis e pelas direcções de fracturação que cortam a continuidade estrutural das formações xistentas da área de estudo.

De um modo genérico podem-se distinguir na região duas grandes unidades geológicas:

- **rochas do substrato hercínico**, constituídas por formações geológicas metamórficas antigas, com idade superior a 250 milhões de anos;
- **formações de cobertura recentes**, calcários do Terciário e depósitos sedimentares aluvionares e detríticos do Quaternário.

#### 4.2.2.2. Rochas do substrato hercínico

Ao longo do traçado do futuro túnel de ligação Loureiro-Alvito o substrato hercínico é constituído por rochas xistentas micaxísticas pertencentes ao “Complexo Cristalofílico”, o qual está orientado NW-SE, praticamente perpendicular à directriz do túnel.

Deste complexo (actualmente enquadrado na unidade geológica dos Xistos de Moura), faz parte um conjunto de rochas epimetamórficas micaxísticas, cuja intensidade do metamorfismo regional é fraca a intermédia e com idade duvidosa, devido à inexistência de fósseis. Todavia a comparação dos aspectos petrográficos e da sucessão das séries estratigráficas desta região do Alentejo com outras, tanto em Portugal como em Espanha, torna possível atribuir-lhe, a idade Câmbria para a maioria destas formações cristalofílicas (Carvalhosa, 1967).

É nestas rochas metamórficas azóicas do *Complexo Cristalofílico* que se encontram encaixadas as ribeiras do Loureiro e de Oriola, bem como vários outros afluentes a estas, facto que se atribui à diminuta capacidade de resistência que estas rochas xistentas possuem relativamente à erosão hídrica que sobre elas actua.





O traçado do túnel transpõe o anticlinal Viana-Alvito, cujo flanco NW é constituído essencialmente por micaxistos e algumas rochas verdes, cujo flanco SE corresponde a depósitos de detritos grosseiros e calcários do Terciário, e cujo núcleo abrange a Série Negra de Portel e os quartzitos.

O *Complexo Cristalofílico*, na área afectada ao túnel de ligação, é constituído por formações de natureza variada, nomeadamente por:

- **Micaxistos**, rochas xistosas luzentes, acastanhadas, muito dobradas, que normalmente aparecem em associação com leitos micáceos alternantes com outros mais ricos em quartzo. Estas rochas correspondem a metassedimentos pelíticos, os quais contêm habitualmente, quartzo, moscovite, clorite e alguma biotite; podendo ainda existir acessoriamente albite, calcite, epidoto, esfena, turmalina, apatite, rútilo e produtos ferruginosos (Fotografia II.1, Volume II).
- **Rochas verdes**, rochas básicas de composição variável, desde xistos verdes variados, a piroxenitos, anfibolitos, cloritoxistos e metadoleritos, interestratificados com formações originalmente sedimentares, as quais sofreram posteriormente e conjuntamente, deformação tectónica e acção metamórfica. A estrutura destas rochas é, na maioria dos casos, granoblástica, podendo no entanto ser blastoporfírica, quando se destacam macrocristais de carácter residual. Os minerais mais frequentes são: albite, clorite, actinolite, epidoto e, mais raramente hornblenda, olivina, oligoclase cálcica, granadas, etc.
- **Rochas quartzo-feldspáticas**, rochas ácidas de origem ígnea, extrusivas e sub-intrusivas, que devido à actividade metamórfica deram origem a gnaisses, leptinitos e a metavulcanitosas. Estas apresentam estruturas blastoporfíricas e outros aspectos residuais, o que pode significar uma origem comum, a partir de rochas porfíricas, em que foram preponderantes os fenómenos dinamo-metamórficos.
- **Quartzitos**, encontram-se intercalados com os micaxistos ou ocorrem em pequenos afloramentos de níveis siliciosos (Fotografia II.2, Volume II). A grande maioria das rochas quartzíticas resultou de metamorfismo sofrido por sedimentos siliciosos, encontrando-se na generalidade, completamente recristalizados e com uma estrutura granoblástica. Para além do quartzo, encontram-se, como minerais acessórios, moscovite, clorite, sericite, biotite (raramente), epidoto, produtos ferruginosos, rútilo, pirite, calcite e apatite. Quando os elementos filíticos (de origem argilosa) estão amplamente distribuídos, os quartzitos revelam um carácter xistóide (quartzitos micáceos), o que pode resultar também de tectonização. Por vezes, a matriz de quartzo é muito fina, conferindo à rocha um aspecto chértico. Assim sendo, podem ocorrer, nos quartzitos, massas homogéneas de cherte e metacherte,



aparentemente de carácter residual ou relacionadas com a silicificação, que epigeniza, os calcários e dolomitos, dando origem a lenticulas e massas chérticas.

- **Série negra**, é constituída por xistos luzentes, metaliditos e metagrauvaques; está muito bem representada no anticlinal, a ocidente de Portel, o qual será atravessado pelo túnel de ligação Loureiro-Alvito. Esta série representa os terrenos mais antigos da região.

Para além das formações de origem metamórfica e metassedimentar acima mencionadas é também possível encontrar, na envolvente da área de construção do túnel, outras formações do *Substrato Hercínico*, nomeadamente rochas ígneas intrusivas e filoneanas. Estas rochas encontram-se bem representadas pelo maciço rochoso de Monte do Trigo (constituído por rochas quartzodioríticas e granodioríticas), onde se instalaram alguns filões quartzíticos, e pelo filão dolerítico que preenche a falha da Messejana, a Este.

#### 4.2.2.3. Formações de cobertura recentes

Os depósitos de cobertura correspondem a formações geológicas recentes, e na região em estudo, encontram-se representados por aluviões, depósitos de vertente e cascalheiras; de forma pontual ocorrem também calcários do Terciário. Seguidamente descrevem-se as características de cada uma destas unidades:

- **Aluviões** (Holocénico), possuem representação cartográfica muito reduzida nesta zona, aflorando apenas na dependência da ribeira de Oriola e seus afluentes, ou seja, na parte Sudoeste do túnel. Nesta ribeira os depósitos aluvionares correspondem a depósitos argilo-siltosos acastanhados, por vezes arenosos e com alguns seixos; a sua espessura é, no entanto, sempre reduzida.
- **Depósitos de cascalheiras ou ranhas**, (Plio-Plistocénico) apesar de existirem vários vestígios de cascalheiras de ranha, em diversos pontos altos da região, só se encontram cartografados dois afloramentos de extensão considerável a Este de Oriola, na área de Reguenginhos. As cascalheiras de ranha tratam-se de formações argilo-arenosas vermelhas acastanhadas, com níveis de cascalheira miúda, sobretudo formada de quartzo rolado, o que se atribui provavelmente à erosão das lenticulas e veios de quartzo de exsudação, que são abundantes no interior das rochas micaxísticas ou em afloramentos individuais. Estas cascalheiras cobrem a superfície do terreno a cotas que oscilam entre os 200 e os 240 m.
- **Depósitos de vertente** (Holocénico), ocorrem ao longo dos principais vales, na região de Oriola. Tratam-se de depósitos de alteração ou de desagregação das rochas que lhes estão subjacentes, com uma espessura muito variável, e que está o em contacto com os depósitos aluvionares. Os depósitos de vertente, possuem na base, um nível de **calcários** mais ou



menos detríticos, com 30 a 40 m de espessura, aos quais se segue uma camada de material detrítico com 20 a 25 m de espessura, composta de arenitos, argilas e cascalheiras.

### 4.2.3. Geomorfologia

Na região em estudo podem-se individualizar duas unidades morfológicas principais:

- **Peneplanície do Alto Alentejo**, constitui uma aplanação extensa, muito perfeita ou com suaves ondulações, correspondentes a rugosidades residuais resultantes do rejuvenescimento lento. Esta planície apresenta cotas características da vasta aplanação a que foram sujeitos os terrenos antigos, da ordem dos 200 m, apresentando alguns relevos residuais de dureza (Fotografia II.3, Volume II).
- **Serra de Portel**, (com uma altitude máxima de 421 m) corresponde a um relevo tectónico, que se ergue bruscamente na peneplanície. Esta serra individualiza-se como um bloco xistento (orientado E-W) levantado ao longo da falha da Vidigueira. A escarpa de falha que coloca a Serra de Portel a cotas altimétricas mais elevadas que a Peneplanície, estabelece a separação entre o Alto Alentejo e o Baixo Alentejo através de um desnível que em alguns locais, a Sul da área em estudo, chega a ser superior a 150 m.

O facto do comportamento das rochas face aos fenómenos erosivos ser muito distinto, permite que as rochas mais duras que afloram nesta região, como os quartzitos e outras rochas siliciosas, possam dar origem a cristas quartzíticas salientes e muito resistentes no interior das rochas xistentas mais brandas, as quais podem alcançar algum destaque na região como pequenos relevos residuais de dureza.

Nota-se que não é somente a erosão selectiva o fenómeno responsável pela construção de relevos residuais de dureza, mas é a acção da tectónica o principal factor, responsável pela quebra de monotonia morfológica que caracteriza a Peneplanície Alentejana.

Em termos regionais a área de estudo evidencia um relevo relativamente elevado com grandes contrastes, registando-se uma variação de cotas para toda a área atravessada pelo túnel, compreendidas no intervalo de valores entre os 195 m e os 305 m.

Sobre os terrenos xistentos desenvolve-se uma densa rede hidrográfica, composta por duas ribeiras: a ribeira do Loureiro e a ribeira de Oriola. Estas ribeiras e seus afluentes encontram-se bem encaixadas, e são responsáveis pelos declives suaves a moderados que se fazem sentir a Nordeste do túnel, onde os declives são quase sempre superiores a 8%. Verifica-se que a área Nordeste do túnel apresenta uma



superfície bastante irregular e com cotas elevadas (250 a 300 m); a área Sudoeste do túnel é mais regular, sendo caracterizada por cotas da ordem dos 200 m.

A rede hidrográfica revela um padrão dendrítico, expressando muito bem as características de reduzida permeabilidade das rochas xistentas do Complexo Cristalofílico, que favorecem a escorrência superficial.

A região em estudo abrange parte de duas bacias hidrográficas – a Bacia do Sado e a Bacia do Guadiana, sendo que a bacia mais representativa no local a estudar é a do Guadiana. A Bacia do Sado desenvolve-se a cotas altimétricas compreendidas entre os 100 e os 125 m, apresentando quase sempre declives inferiores a 8 %, enquanto que a bacia do Guadiana apresenta declives mais acentuados.

A ribeira do Loureiro é uma linha de água afluenta ao rio Degebe, o qual é subsidiário da bacia hidrográfica do Guadiana, que se desenvolve com uma orientação NE-SW e um sentido da escorrência para NE. Escorrem para esta linha de água várias outras de menor envergadura, paralelas entre si e com uma direcção NNW-SSE, mas igualmente importantes para a definição do padrão dendrítico regional.

Por sua vez, a ribeira de Oriola é uma linha de água afluenta da ribeira de Odivelas, a qual é subsidiária da bacia hidrográfica do Sado. Esta ribeira apresenta uma orientação semelhante à ribeira do Loureiro, embora tenha um sentido de escorrência oposto, ou seja, para SW (Fotografia II.4, Volume II).

## 4.2.4. Enquadramento tectónico

### 4.2.4.1. Tectónica regional

Em termos de enquadramento tectónico e estrutural a área em estudo situa-se na Zona de Ossa Morena (ZOM), próximo do limite Sul desta unidade, local confrontante com o cavalgamento da Zona Sul Portuguesa (ZSP), numa zona com uma história geotectónica especialmente variada e activa.

A ZOM corresponde a uma unidade geotécnica constituída por um complexo de xisto-grauvaque, maciços de rochas carbonatadas, e intrusões graníticas.

Do ponto de vista estrutural a área de estudo é caracterizada pelo forte dobramento dos terrenos, verificando-se a existência de dobras com planos axiais subverticais ou fortemente inclinados. Pertencem a este sistema de dobramentos principais várias megaestruturas que constituem sinformas e antifomas, entre os quais os anticlinais de Portel e de Viana-Alvito, este último atravessado pelo túnel.



Foram os efeitos da tectonização hercínica, que são reconhecidos em duas fases de dobramento, que orientaram e dobraram em anticlinal todo este conjunto estratigráfico que se situa na envolvente do futuro túnel. Posteriormente, o mesmo conjunto estratigráfico foi sujeito a uma fase de fracturação que gerou uma zona de cisalhamento de orientação NE-SW, que se desenvolve a partir da Vila do Alvito e se prolonga para além do Monte do Maruto (falha Alvito-Maruto). Neste período terá igualmente sido contemporâneo o metamorfismo de intensidade fraca a média, que afectou os terrenos.

Esta actividade orogénica originou na primeira fase uma xistosidade do tipo paralelo ao plano axial, de orientação geral NW-SE, mais ou menos paralela à estratificação. Seguiu-se a esta xistosidade uma outra com orientação semelhante da primeira, mas subvertical, que foi responsável pelo deslocamento de minerais neoformados e de estruturas preexistentes. Nesta segunda fase da orogenia hercínica decorreu a instalação dos maciços eruptivos da ZOM nas rochas xistentas.

A fracturação tardi-hercínica está representada por um sistema de falhas com direcção NE-SW a NNE-SSW (do qual se destaca a falha da Messejana que se estende desde Odemira até Ávila) e, subordinadamente, E-W (direcção da falha da Vidigueira). Estas falhas produzem desligamentos transversais que deslocam várias estruturas da região.

Toda a região foi posteriormente sujeita a uma evolução morfológica, a qual resultou na aplanagem geral do relevo e na sua diferenciação em função de processos de erosão diferenciais. Terão sido esses processos, os responsáveis pela instalação da rede de drenagem em alinhamentos de fraqueza, com direcções N-S a NNE-SSW.

De acordo com o reconhecimento geológico-geotécnico realizado em FBO & WS ATKINS (2002), pode-se assegurar que a infra-estrutura atravessa primeiramente um lineamento com orientação NNW-SSE, e posteriormente atravessa duas falhas (falha Alvito-Maruto), uma com movimentação inversa e outra com movimentação normal, as quais dão origem a uma estrutura abatida, de tipo "graben".

O levantamento de campo das principais atitudes da xistosidade e das discontinuidades que afectam o maciço rochoso indica o predomínio de orientações NNW a NW com inclinação para NE, ocorrendo de forma pontual algum diaclasamento NNE a ENE, com inclinações para NNW e S, respectivamente.

#### 4.2.4.2. Neotectónica

Os terrenos do local de construção do futuro túnel são afectados por direcções de fracturação paralelas a alguns acidentes frágeis com indícios de actividade tectónica recente, isto é, a falhas activas que sofreram movimentação nos últimos 2 milhões de anos (Ma), aproximadamente no período Quaternário.



Embora o período de 2 Ma seja bastante longo, é ainda um intervalo aceitável para os dados da neotectónica serem adequados à avaliação dos riscos geológicos (incluindo o risco sísmico) impostos pelas diversas estruturas activas (Cabral & Ribeiro, 1989).

O território Português durante o Quaternário tem sofrido dois tipos principais de deformação:

- movimentos verticais de âmbito regional, por vezes associados a dobramentos de grande raio de curvatura, originando o levantamento dos terrenos;
- e movimentos em falhas, para além de raras macrodobras.

Contudo pode-se afirmar que no período compreendido entre o Neogénico e o Quaternário, o território continental Português sofreu essencialmente fenómenos de levantamento, a diferentes velocidades. Isso demonstra-se nesta região pelo encaixe relativamente recente da rede de drenagem, testemunhado pelas formas vigorosas de muitos vales, e pela sucessão de terraços fluviais escalonados nas vertentes, além da presença de fragmentos de superfícies de erosão bem conservadas, a cotas elevadas e por vezes a pouca distância do litoral (Cabral & Ribeiro, 1989).

Embora seja difícil avaliar e datar com precisão os movimentos verticais ao longo das falhas recentes, eles são estimados de um modo aproximado através de critérios principalmente geomorfológicos. Assim foram estimados para esta região, de acordo com Cabral (1986b, *in* Cabral & Ribeiro, 1989), levantamentos quaternários que geralmente não ultrapassam os 100 m a 200 m, e aos quais correspondem velocidades médias de levantamento de 0,25 mm/ano.

Comparando estes valores com as velocidades de levantamento de outras áreas tectonicamente activas, pode-se afirmar que as taxas médias de levantamento máximo deduzidas para Portugal são baixas.

Além dos movimentos verticais, a tensão tectónica quaternária reactivou algumas descontinuidades estruturais herdadas da orogenia hercínica – zonas de cisalhamento dúctil e falhas tardi-hercínicas que já tinham sido remobilizadas em eventos tectónicos anteriores (Ribeiro, 1988; Ribeiro *et al.*, 1988).

Os dados de neotectónica actualmente disponíveis (Cabral & Ribeiro, 1989) permitem estimar a taxa de actividade de algumas das falhas activas, obtendo-se velocidades médias de deslocamento compreendidas no intervalo entre 0,001 mm/ano e 0,5 mm/ano, nos últimos 2 Ma. Estas taxas de movimento correspondem a um grau de actividade baixo a moderado (Cabral, 1986a, 1986b).

Assim, é de todo o interesse analisar com pormenor as direcções de fracturação e os acidentes tectónicos cartografados ou identificados como prováveis, que possam ser susceptíveis de sofrerem movimentação.



Na Carta Neotectónica de Portugal, à escala 1:1 000 000, podem-se visualizar as falhas e/ou lineamentos que possam eventualmente afectar o troço de ligação Loureiro-Alvito e que apresentam sinais evidentes de movimentação recente (Figura II.7, Volume II):

- **Falha da Messejana**, é uma falha activa certa do tipo desligamento esquerdo tardi-varisco (provavelmente do Mesozóico inferior) que já foi reactivada durante a orogenia Alpina, deslocando terrenos do Maciço Hespérico numa extensão de quase 3 km. Esta falha considerada um dos mais importantes acidentes tectónicos com movimentação recente, prolonga-se ao longo de 500 km entre Ávila e Odemira, ao mesmo tempo que é acompanhada de várias outras, secundárias, que podem ser igualmente rejogadas. Refira-se que praticamente todas as falhas activas identificadas no estudo geológico-geotécnico (FBO & WS ATKINS, 2002), são paralelas à falha da Messejana. Localiza-se a oriente da área do projecto;
- **Falha da Vidigueira**, é uma falha localizada na zona de transição entre o Baixo e o Alto Alentejo com orientação geral, E-W a WNW-ESE e com uma componente de movimentação vertical do tipo inverso. Localiza-se a Sul da área de intervenção;
- **Lineamento NNW-SSE**, desenvolve-se ao longo de 260 Km segundo uma orientação NNW-SSE desde a Figueira da Foz até Portel. Este lineamento foi identificado através de fotografia aérea (Cabral, 1989), podendo corresponder a um acidente tectónico activo do tipo desligamento esquerdo. Este lineamento intersecta, na zona SE, o traçado do túnel de ligação Loureiro-Alvito, sendo vulgarmente denominado de falha Alvito-Maruto;
- **Lineamento WSW-ENE**, localiza-se a Norte da área de intervenção, apresentando-se com uma direcção WSW-ENE;
- **Lineamento WNW-ESE**, este lineamento de extensão reduzida é paralelo à falha da Vidigueira, estendendo-se desde Viana do Alentejo até à albufeira do Alvito.

#### 4.2.4.3. Sismicidade

A região do Alentejo tem sido alvo de importante actividade sísmica ao longo dos séculos, são exemplo disso os sismos que ocorreram nos reinados de D. Afonso IV, D. Manuel e D. João III; não existindo porém informações acerca dos estragos que possam ter ocorrido na região em estudo.

Contudo existem diversas informações acerca do terramoto de 1 de Novembro de 1755, o que permite avaliar os seus efeitos em todo o país. Assim, a região de Portel apresenta-se, relativamente ao evento de 1755, com grau de intensidade sísmica *VII*, na escala de Mercalli (Pereira de Sousa, 1919).



Pereira de Sousa (1919) refere-se ainda a vários sismos ocorridos posteriormente, e registados na zona sísmica de Évora até 1913. Entre estes destaca-se o sismo do Ribatejo de 23 de Abril de 1909 que se fez sentir com alguma intensidade na região de Portel e onde foi atingido o *grau VII* da Escala Internacional em toda a região em estudo, enquanto que para Leste, em Reguengos, os efeitos do sismo quase não se fizeram sentir (segundo Choffat e Bensaúde citados por Pereira de Sousa, 1919).

A análise do risco sísmico é, assim, geralmente elaborada a partir de estudos documentais baseados nos registos históricos das ocorrências sísmicas, onde entram o número e a localização dos epicentros dos sismos ocorridos numa região, bem como a sua intensidade e magnitude. Na Figura II.8 encontra-se um extracto do mapa de intensidades sísmicas máximas observadas em Portugal no período 1901-1972 (Atlas do Ambiente, 1974). A partir desse mapa podemos concluir que a zona em estudo se localiza numa zona em que a intensidade máxima verificada durante o período compreendido entre 1901 e 1972 foi de *grau VII*.

O zonamento sísmico tem assumido um papel crescente nos últimos anos, em particular no que diz respeito à definição de solicitação sísmica, seja para o dimensionamento de estruturas, seja para a estabilidade de taludes. Devido ao risco sísmico em que se situa a zona em estudo é recomendável que a fase de construção seja realizada de acordo com o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), estabelecido no Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio.

O regulamento referido anteriormente apresenta um mapa de delimitação das zonas sísmicas do território continental, a partir do qual se pode concluir que a área de estudo se situa numa zona de sismicidade do tipo B. Esta zona traduz um coeficiente de sismicidade igual a 0,7, que é um valor correspondente a solos do Tipo I, ou seja a rochas e solos coerentes rijos e compactos.

#### 4.2.5. Recursos Geológicos

De acordo com o PDM de Portel (1985) e de Viana do Alentejo (1986), ao longo do traçado do túnel de ligação Loureiro-Alvito, não está identificada nenhuma pedreira ou exploração de recursos minerais metálicos ou não metálicos. Visto não existir igualmente nenhuma concessão segundo a Carta Geomineira, pode-se concluir que a extracção de recursos geológicos não se revela significativa para este projecto.

Contudo de acordo com referências bibliográficas, existiram explorações mineiras na região em estudo, e.g. as antigas minas do Alvito, de onde se extraía sobretudo magnetite e também algumas explorações, actualmente abandonadas, de substâncias metálicas cupríferas nas proximidades de Monte de Trigo. Não foram identificadas nascentes na área em estudo, o que se deve ao comportamento impermeável das rochas xistentas, e à reduzida capacidade de armazenamento e de circulação da água nestas formações.





## 4.2.6. Caracterização geológica e geotécnica do Troço de Ligação Loureiro-Alvito

### 4.2.6.1. Trabalhos de prospecção geotécnica

A FBO & WS ATKINS realizou em Julho de 2002 um Estudo Geológico-Geotécnico da região a abranger pelo projecto com o objectivo de caracterizar e definir o zonamento geotécnico de toda a área de intervenção. Este estudo contemplou a execução de perfis de resistividade, perfis sísmicos, valas e sondagens mecânicas no local de passagem do túnel, assim como a realização de ensaios laboratoriais, de identificação e de resistência em amostras representativas.

O plano de trabalhos de prospecção geológica-geotécnica incidiu em toda a área de atravessamento do túnel, em particular sobre os três troços em que se divide o túnel:

- um troço inicial com cerca de 7,3 km, a executar em escavação subterrânea, com emboquilhamento na albufeira do Loureiro;
- um troço intermédio a efectuar a céu aberto, com aproximadamente 0,8 Km, na transposição do talvegue de uma linha de água da margem direita da ribeira de Oriola;
- e um troço final novamente em túnel, com extensão de 1,9 Km, com emboquilhamento na albufeira do Alvito.

Inicialmente foi feito um reconhecimento geológico das quatro zonas de emboquilhamento dos dois troços de túnel, mediante a execução de perfis sísmicos, de sondagens mecânicas e de ensaios de permeabilidade do tipo Lugeon. Posteriormente foi feito um reconhecimento entre as zonas de emboquilhamento, realizando para esse efeito sondagens mecânicas e valas. O programa de reconhecimento geológico-geotécnico, constou de:

- 4 perfis geoeléctricos, em diferentes zonas do traçado do túnel, com o objectivo de se conhecer a importância de algumas falhas susceptíveis de intersectar o traçado do túnel;
- 12 perfis sísmicos, com 60 m de comprimento, com o intuito de obter elementos sobre as características mecânicas que serão atravessadas pelo túnel da ligação nas quatro zonas de emboquilhamento e na zona a executar a céu aberto, entre as albufeiras de Alvito e Loureiro;
- 7 valas e um poço, para controlo dos resultados dos perfis eléctricos;
- 10 sondagens mecânicas, com furação rotativa e carotagem contínua, a maior parte delas complementadas com ensaios de Lugeon;



- vários ensaios laboratoriais, para caracterização geotécnica complementar, nomeadamente de resistência à compressão uniaxial, de carga pontual, deslizamento de diáclases e de velocidade sónica.

#### 4.2.6.2. Características geológicas, tectónicas e geotécnicas do local do túnel de ligação

##### **Enquadramento estrutural/geomorfológico**

No âmbito do Projecto de Execução Loureiro-Alvito, o traçado do túnel é individualizado em quatro blocos estruturais/geomorfológicos, em termos de resistência mecânica:

- **Bloco do Loureiro** – este bloco estende-se desde o Km 0 ao Km 5,150, e corresponde ao maior troço do túnel subterrâneo e também ao relevo mais elevado; inclui as formações do flanco Este e parte das do núcleo da estrutura em anticlinal. Este bloco estrutural/geomorfológico é o que se apresenta mais fracturado, pois existem aqui vários alinhamentos de fraqueza, os quais de acordo com as sondagens são, ou de diaclasamento, ou do tipo falha, pois alguns possuem registo de movimento. Um ponto importante a apontar é o lineamento que aparece ao Km 1,900, que é de grande extensão e que se comprova com o declive acentuado que se faz sentir neste local.
- **Bloco do Maruto** – apresenta um relevo suave, de baixo declive, sem alinhamentos de fraqueza; inclui parte do núcleo da estrutura em anticlinal e também formações do flanco oeste. Este bloco situa-se entre o Km 5,150 e o Km 7,550.
- **Bloco entre falhas** – corresponde a uma zona estreita de um talvegue da ribeira de Oriola, a qual neste local está instalada numa das falhas, a mais próxima da albufeira do Alvito. Trata-se de uma zona tectonicamente abatida e como tal com fracas características mecânicas, razão pela qual este troço do túnel será realizado a céu aberto (*cut and cover*). Este bloco localiza-se do Km 7,550 ao Km 7,850.
- **Bloco do Alvito** – situa-se do Km 7,850 ao Km 10,260, e corresponde também aparentemente a um bloco estrutural tectonicamente abatido, que foi posteriormente coberto com depósitos terciários e quaternários.

Torna-se importante referir que os limites estratigráficos das unidades geológicas, nem sempre se identificam com os blocos estruturais/geomorfológicos, pois esta divisão foi elaborada com base em factores tectónicos, que em princípio foram preponderantes para a morfologia da região.



## Zonamento geotécnico

O Estudo Geológico-Geotécnico (FBO & WS ATKINS, 2002) do Projecto de Execução realizou um perfil geotécnico interpretativo do que poderá ser o zonamento geotécnico em profundidade. Este perfil deriva da projecção dos dados resultantes das sondagens mecânicas, onde foram incluídas as principais características mecânicas, hidráulicas e de qualidade dos terrenos que constituem o maciço. O zonamento geotécnico individualiza 3 zonas geotécnicas em profundidade:

- a ZG1 (Zona Geotécnica1), correspondente ao maciço rochoso são;
- a ZG2 (Zona Geotécnica2), equivalente ao maciço rochoso fracturado e alterado;
- e a ZG3 (Zona Geotécnica3) que engloba a cobertura de alteração do maciço rochoso, bem como os depósitos de vertente, aluviões, cascalheiras e calcários.

Para o zonamento geológico-geotécnico do traçado do túnel, consideraram-se não só as caracterizações efectuadas com os trabalhos de reconhecimento, mas também os domínios geológico-estratigráficos e também os blocos estruturais/geomorfológicos, descritos anteriormente. Assim distinguiram-se três zonas geotécnicas distintas, cujas características principais definidas para o local do túnel são as seguintes:

### *ZONA GEOTÉCNICA 1: MACIÇO ROCHOSO*

Esta primeira zona geotécnica corresponde ao maciço xistento, são a pouco alterado ( $W_{1,2}$ ) e moderadamente fracturado ( $F_3$ ), ou seja, com descontinuidades medianamente afastadas, a que corresponde uma qualidade do maciço razoável. O estudo do deslizamento de diaclases, revelou fracturas com superfícies bastante alteradas e com uma abertura superior a 1 mm.

Esta zona apresenta ainda uma resistência à compressão uniaxial razoável, sempre superior a 25 Mpa. Assim pode-se afirmar que o maciço rochoso xistento apresenta características de razoável a boa qualidade.

Nesta zona geotécnica os perfis sísmicos realizados apresentam valores de propagação das ondas sísmicas normalmente sempre elevados, na grande maioria do traçado do túnel, com valores médios da ordem dos 3000 m/s; as ondas sísmicas revelam um aumento de velocidade, a partir dos 6 a 12 m de profundidade, sensivelmente, que deverá ser a espessura correspondente aos locais onde o substrato hercínico é coberto por depósitos de cobertura recentes - aluviões, cascalheiras e formações carbonatadas.



No que diz respeito aos valores de RQD, estes são quase sempre superiores a 50%, excepto, nalgumas zonas das sondagens S7 e S8, em que a presença de xisto brechoíde tectonizado e localmente esmagado, bem como a diminuição brusca do RQD, e a fracturação mais intensa, confirmam as falhas assinaladas na Carta Neotectónica de Portugal Continental. As percentagens de recuperação também são elevadas, verificando-se quase sempre valores superiores a 90 %, por exemplo na sondagem S11, que demonstram uma qualidade do maciço boa a excelente neste local.

Quanto aos ensaios de Lugeon, estes apresentam quase sempre para esta zona, permeabilidades baixas da ordem de 1 unidade Lugeon ou inferior (normalmente valores compreendidos entre 0,1 e 0,8 unidades de Lugeon), à excepção de alguns locais onde os números chegam a 6 unidades de Lugeon (S7), o que demonstra provavelmente a presença de uma falha e conseqüentemente uma maior fracturação e alteração, que permite a instalação de água.

Nesta zona geotécnica a presença de água, de acordo com as sondagens admitiu-se discreta, pois trata-se de um local com fraca aptidão hidrogeológica como vimos anteriormente, contudo pode eventualmente revelar-se significativa.

De acordo com a classificação geomecânica de Bieniawski (1984), classificação que melhor se tem adaptado aos estudos de túneis em Portugal, esta zona corresponde a um maciço de classe III, que representa uma qualidade de maciço razoável.

#### **ZONA GEOTÉCNICA 2: MACIÇO ROCHOSO FRACTURADO E ALTERADO**

A zona geotécnica 2 corresponde ainda ao maciço rochoso existente, mas à sua parte mais superficial, ao seu topo, o qual se encontra descomprimido e conseqüentemente bastante alterado e fracturado, o que se comprova pelos resultados das campanhas de prospecção geofísica e mecânica. Este maciço rochoso fracturado e alterado corresponde a rochas micaxísticas muito alteradas e fracturadas, com diaclases abundantes.

A combinação dos resultados obtidos na prospecção mecânica e geofísica permite concluir que o maciço se encontra ligeira a moderadamente alterado ( $W_{2-3}$ ), e medianamente fracturado a fracturado ( $F_{3-4}$ ), isto é, com descontinuidades medianamente afastadas a próximas. Assim pode-se dizer que a qualidade deste maciço é razoável a fraca, apresentando fracturas com superfícies que apresentam vestígios de tectonização.

No que diz respeito à prospecção geofísica foram obtidos valores de propagação de ondas sísmicas da ordem dos 1500 a 2000 m/s. O maciço apresenta ainda uma resistência à compressão uniaxial baixa,



normalmente entre 1 e 5 Mpa, chegando contudo nalguns locais, onde o maciço se encontra menos fracturado, a 25 Mpa.

A este tipo de maciço associam-se percentagens de RQD nulas a pouco significativas, sempre inferiores a 25 %, como se pode ver nas sondagens S2 e S5 o que revela uma qualidade de maciço fraca, a muito fraca.

Há que referir que nesta zona geotécnica os ensaios de Lugeon não foram executados devido à impossibilidade de obturação, contudo seriam de esperar valores de unidades de Lugeon elevados, devido ao comportamento permeável que o maciço apresenta nesta zona, em virtude da fracturação e alteração intensa.

No que diz respeito à presença de água, não foram registados níveis de água nas sondagens (S2 e S5), contudo devido às características do maciço nesta zona será de esperar uma presença de água expressiva.

Finalmente, segundo a classificação de Bieniawski, este maciço poderá considerar-se do tipo IV, correspondente a um maciço de fraca qualidade.

### *ZONA GEOTÉCNICA 3: DEPÓSITOS DE VERTENTE, ALUVIÕES, CASCALHEIRAS, CALCÁRIOS E COBERTURA DE ALTERAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO*

Esta zona geotécnica corresponde basicamente a solos formados pela erosão e alteração do substrato rochoso metamórfico e também a cascalheiras e depósitos de vertente, de espessura muito variável, os quais se depositaram nas margens aplanadas e nas vertentes da ribeira de Oriola.

Dos dados apresentados pela prospecção geofísica e mecânica pode-se considerar esta zona como sendo constituída por um maciço ligeira a moderadamente alterado ( $W_{2-3}$ ), muito fracturado ou mesmo falhado ( $F_{4-5}$ ) com descontinuidades próximas a muito próximas. Estas descontinuidades apresentam um enchimento argiloso superior a 5 mm de espessura.

Esta zona composta por materiais facilmente friáveis, apresenta uma resistência baixa (valores de resistência à compressão uniaxial de 0,5 a 5 Mpa) e um RQD nulo (Sondagens S1, S2, S3, S4, S9 e S10), denunciando uma má qualidade do maciço.

As aluviões não foram intersectadas pelas sondagens, pois aparentemente, não são atravessadas pelo túnel, apesar de se situarem nas proximidades do mesmo.



Pode-se referir que a espessura dos solos, de acordo com as sondagens S1 e S4, varia entre 1 e 7 m. Por outro lado a cobertura de alteração do maciço e a cobertura terciária tem um desenvolvimento bastante irregular, possuindo espessuras muito variáveis que podem atingir nalguns locais 26 m (sondagem S10).

Esta zona geotécnica 3 como possui uma variação de espessura muito grande, por vezes não aparece à superfície sendo substituída pela zona geotécnica 2 - o maciço fracturado e alterado. É o caso dos perfis sísmicos PS1 a PS6, onde a zona geotécnica 1, ou simplesmente não existe ou possui uma espessura pouco significativa.

Pode-se também concluir que esta zona aumenta de espessura à medida que o túnel se aproxima da albufeira de Alvito, pois é próximo desta albufeira que afloram os depósitos terciários e quaternários (aluviões, depósitos de vertente, cascalheiras e calcários).

As velocidades de propagação das ondas sísmicas nesta zona são, como é de esperar baixas, sendo em média próximas dos 500 m/s, a que corresponde um maciço rochoso bastante decomposto a solos residuais pouco compactos.

Também nesta zona geotécnica não foram detectados níveis de água significativos, todavia dado o facto de se tratarem de solos e depósitos de cobertura, será de esperar a ocorrência de água.

Segundo a classificação de Bieniawski, este maciço é do tipo V, a que equivale um maciço com uma qualidade muito fraca; assim nesta zona geotécnica, deverão ser tomadas algumas precauções aquando da abertura do túnel.

#### 4.2.7. Síntese

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito abrange maioritariamente um conjunto de rochas metamórficas xistentas micaxísticas do “Complexo Cristalofílico”, incluídas actualmente na unidade geológica da Formação dos Xistos de Moura. Para além desta formação ser frequentemente atravessada por rochas magmáticas, encontra-se coberta por depósitos terciários e quaternários, aluvionares, de vertente, cascalheiras e calcários.

Visto que a zona de intervenção em análise é constituída maioritariamente por rochas xistentas e quartzíticas, o meio é pouco produtivo, com fraca aptidão aquífera, por causa não só das formações que aqui ocorrem, mas também devido aos baixos valores de precipitação que caracterizam esta zona e que justificam a necessidade desta infra-estrutura. No entanto, será de contar com a ocorrência de água ao



longo do percurso do túnel, em especial no bloco estrutural/geomorfológico do Loureiro, que se apresenta mais fracturado do que os outros.

A geomorfologia da região pode-se caracterizar como sendo bastante irregular, no entanto, verifica-se que a parte nordeste do túnel é mais acidentada e apresenta cotas mais elevadas que a zona sudoeste.

No que diz respeito à tectónica, esta zona é bastante afectada por falhas e lineamentos, nomeadamente, pela falha Alvito-Maruto e por alguns lineamentos. Dois dos lineamentos as sondagens detectaram movimentos, logo são, na realidade, falhas (ao Km 1,9 e 6,0). Uma outra falha foi detectada por sondagem (Km 8,9), a qual não está marcada na Carta Neotectónica de Portugal, pois encontra-se oculta pelos depósitos terciários.

O Estudo Geológico-Geotécnico que foi realizado no Projecto de Execução do túnel (FBO & WS ATKINS, 2002), constou de uma campanha detalhada de prospecção geofísica, sísmica e mecânica da área de execução do futuro túnel, que permitiu um zonamento em pormenor do maciço. Assim individualizaram-se 3 zonas geotécnicas distintas, na área em estudo, as quais podem-se caracterizar sucintamente segundo as características seguintes:

- **Maciço Rochoso São:** corresponde ao maciço xistento são a pouco alterado e moderadamente fracturado, com descontinuidades medianamente afastadas. Há medida que se avança em profundidade as características de fracturação e alteração vão diminuindo à excepção de alguns locais onde ocorrem caixas de falha, e nesses a compartimentação do maciço é elevada, devido à fracturação intensa (zonas onde a permeabilidade aumenta consideravelmente). Porém na generalidade pode-se dizer que este maciço apresenta uma qualidade razoável a boa, sem sinais evidentes de alteração.
- **Maciço Rochoso Fracturado e Alterado:** Este maciço corresponde ao topo do maciço xistento, o qual evidencia sinais de descompressão acentuados, que se caracterizam por um aumento muito significativo da fracturação e um aumento menos expressivo da alteração. Aqui as rochas micaxísticas encontram-se muito alteradas e fracturadas, com diaclases abundantes, as quais apresentam superfícies com vestígios nítidos de tectonização. Assim, pode-se caracterizar este maciço, em termos de qualidade, como tendo uma qualidade fraca.
- **Depósitos de Vertente, Aluviões, Cascalheiras, Calcários e Cobertura de Alteração do Maciço Rochoso :** Esta zona geotécnica corresponde a solos resultantes da erosão e alteração do substrato hercínico e também a cascalheiras, depósitos aluvionares, de vertente e calcários. Trata-se de uma unidade de espessura muito variável, composta por materiais friáveis. Esta zona corresponde ou a um maciço rochoso bastante decomposto, ou a solos residuais pouco compactos, isto é, um maciço com uma qualidade muito fraca.



#### 4.2.8. Evolução da situação de referência sem projecto

De acordo com o que foi referido anteriormente não existem factos que corroborem a possível ocorrência de alterações geológicas, geomorfológicas ou geotécnicas, na área em estudo, caso não seja implementado o Troço de Ligação Loureiro-Alvito.





## 4.3. Solos

A análise aos solos baseou-se na consulta de cartas e de bibliografia da especialidade e ainda em visitas aos locais previsivelmente afectados, tendo-se considerado o tipo de solos presentes e a sua capacidade de uso.

### 4.3.1. Tipo de solos

O tipo de solos respeita às características físicas do solo, como sejam a formação dos seus horizontes pedológicos e quais as características desses horizontes.

A capacidade de uso dos solos refere-se ao potencial que os solos apresentam face às utilizações humanas possíveis, tendo por base de comparação a agricultura, encontrando-se desta forma mais dependente das características dos horizontes superficiais do solo.

O traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, bem como o traçado do dispositivo de segregação de águas, atravessa manchas de solos muito diversificadas. Descrevem-se seguidamente as unidades pedológicas mais representativas desta área, utilizando a nomenclatura constante da Carta dos Solos de Portugal (Figura II.9):

#### *A - Aluviossolos Modernos Não Calcários de Textura Mediana*

Estes solos pertencem à ordem dos solos incipientes, não apresentando desta forma horizontes genéticos diferenciados, por falta de tempo para actuação dos processos pedogenéticos. São solos incipientes, não hidromórficos, constituídos por depósitos estratificados de aluviões, podendo ainda receber de tempos a tempos a adição de sedimentos aluvionais.

Apesar desta origem aluvionar, com camadas sedimentares depositadas em diferentes ocasiões por acção da água, estes solos não apresentam sinais de hidromorfismo e estão normalmente associados a condições de uso agrícola interessantes.

#### *Sr - Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos, de Materiais não Calcários Normais de "rañas" ou depósitos afins*

Pertencem à ordem dos solos Argiluvitados Pouco Insaturados, apresentando desta forma um horizonte sub-superficial (B) de acumulação de argila proveniente do horizonte superficial.



São solos evoluídos com horizonte superficial de espessura média, com textura franco-arenosa a franco-argilo-arenosa, com alguns elementos grosseiros e pH ligeiramente ácido. São solos que, em termos normais, apresentam uso agrícola aceitável. De cores avermelhadas, são formados a partir de “rañas”, formações sedimentares bastante espessas constituídas por fragmentos grosseiros de xistos argilosos. Apresentam normalmente condições aceitáveis para a prática de actividades agrícolas.

#### ***Ex - Litossolos dos Climas Sub-húmidos e Semi-áridos de Xistos ou Grauvaques***

Esta unidade pertence à ordem dos solos Incipientes e compreende solos não evoluídos, onde a falta de tempo não permitiu que os processos pedogenéticos dessem origem a horizontes de solos diferenciados. Deste modo os solos têm espessura efectiva muito reduzida, sendo a camada superficial constituída por material originário (rocha mãe) não consolidado, apresentando baixos teores de matéria orgânica e fraco potencial de uso agrícola.

Este tipo de solos encontra-se normalmente associado a áreas sujeitas a erosão acelerada, como acontece nas vertentes do vale da ribeira do Loureiro, sendo a fracção mineralógica mais fina (argilas) removida e depositada em local a jusante.

#### ***Px - Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Normais de Xistos ou Grauvaques***

Os solos desta unidade pertencem à ordem dos solos Argiluvitados Pouco Insaturados, apresentando desta forma um horizonte B com alto teor de argila acumulado, proveniente do horizonte superficial. São solos evoluídos com camada superficial de espessura média, com textura franca e acumulação de matéria orgânica. Em condições normais os solos desta unidade apresentam uso agrícola aceitável.

#### ***Pv - Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários Normais de Rochas Cristalofílicas Básicas***

Tal como os anteriores, também esta unidade se inclui na ordem dos solos Argiluvitados Pouco Insaturados, gozando das mesmas propriedades no que respeita à acumulação de argila no horizonte sub-superficial. Os solos apresentam no entanto cores avermelhadas e amareladas. Com um horizonte superficial de espessura média a elevada, textura franco-argilosa a franca e acumulação de matéria orgânica mediana a baixa (menor quando há uso agrícola), apresentam níveis de capacidade de campo e capacidade utilizável medianos no horizonte superficial.

Estas propriedades ocorrem nestes solos em níveis superiores à unidade pedológica anterior. De reacção ligeiramente ácida a neutra, são solos que, em termos normais poderão ter bom uso agrícola.



#### Vx - Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários Normais de Xistos

Idênticos à unidade pedológica anterior podem apresentar texturas ligeiramente menos pesadas e reacção também ligeiramente mais ácida. Apresentam igualmente boas espessuras do horizonte superficial em termos normais.

Quadro 4.3.1 – Principais classes de solos na área afectada pelo projecto

Tipo	Ordem	Subordem	Grupo	Subgrupo	Família
A	S. Incipientes	Aluviosolos	Aluviosolos Modernos	Não Calcários	de textura mediana
Sr	S. Argiluvitados Pouco Insaturados	S. Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos	de Materiais não Calcários	Normais	de "rañas" ou depósitos afins
Ex	Incipientes	Litossolos	Climas Sub-húmidos e Semiáridos	---	xistos ou grauvaques
Px	S. Argiluvitados Pouco Insaturados	S. Mediterrâneos Pardos	de Materiais não Calcários	Normais	de xistos ou grauvaques
Vx	S. Argiluvitados Pouco Insaturados	S. Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos	de Materiais não Calcários	Normais	de xistos
Pv	S. Argiluvitados Pouco Insaturados	S. Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos	de Materiais não Calcários	Normais	de rochas cristalofílicas básicas

Estas seis unidades pedológicas representam a quase a totalidade (98%) dos solos presentes no traçado da ligação Loureiro-Alvito.

#### 4.3.2. Capacidade de uso dos solos

Relativamente à capacidade de uso do solo, a sistematização normalmente utilizada consiste numa organização dos solos em classes de A a E, em função da sua utilização agrícola ou florestal.

Como solos de utilização agrícola consideram-se os adaptados a culturas intensivas e moderadamente intensivas. Como solos de utilização não agrícola (florestal) consideram-se os adaptados a pastagens permanentes, exploração de matas, exploração florestal com pouca restrição e vegetação natural de protecção ou recuperação. As limitações ao uso dos solos que se encontram na área de estudo decorrem grandemente das condições topográficas a que se encontram associados, devido aos declives apreciáveis que favorecem a erosão e o escoamento superficial (Quadro 4.3.2).



Quadro 4.3.2 – Classes de capacidade de uso dos solos na área de estudo

Classes	Características Principais
B	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limitações moderadas</li><li>- Riscos de erosão no máximo moderados</li><li>- Susceptível de utilização agrícola moderadamente intensiva</li></ul>
C	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limitações acentuadas</li><li>- Riscos de erosão no máximo elevados</li><li>- Susceptível de utilização agrícola pouco intensiva</li></ul>
D	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limitações severas</li><li>- Riscos de erosão elevados a muito elevados</li><li>- Não susceptível de utilização agrícola, salvo casos muito especiais</li><li>- Poucas ou moderadas limitações para pastagem, exploração de matos e exploração florestal</li></ul>
E	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limitações muito severas</li><li>- Riscos de erosão muito elevados</li><li>- Não susceptível de utilização agrícola</li><li>- Severas a muito severas limitações para pastagem, matos e exploração florestal</li><li>- Ou servindo apenas para vegetação natural ou floresta de protecção ou recuperação</li><li>- Ou não susceptível de qualquer utilização</li></ul>

Na Carta de Capacidade de Uso dos Solos (Figura II.10, Volume II) podem verificar-se as principais manchas de capacidade de uso do solo definidas pelo Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA), sendo nítidas as limitações que ocorrem no traçado proposto para o túnel.

De facto, a maior parte da área de estudo encontra-se inserida nas classes de capacidade de uso do solo mais limitativas, nomeadamente classes D e E, em geral não susceptíveis de uso agrícola.

Estas duas classes são caracterizadas por capacidades de uso do solo baixas a muito baixas, com limitações severas que, neste caso, derivam da existência de declives moderadamente acentuados a muito acentuados. Assim, encontram-se frequentemente neste troço encostas com declives superiores a 9% e em alguns casos inclusivamente superiores a 25%, aos quais estão associados riscos de erosão elevados, sobre tudo no troço mais a montante, perto da barragem do Loureiro.

Estas características são facilmente observáveis no local, verificando-se uma situação típica de serra, com declives acentuados e solos pobres e erosionados, sobre os quais se desenvolvem pastagens melhoradas no sub-coberto do montado de azinho. As pastagens são constituídas principalmente por gramíneas com densidades relativamente baixas, pelo que apresentam um baixo valor nutritivo.



Na zona localizada mais perto da albufeira do Alvito encontram-se algumas manchas de capacidade de uso do solo mais interessante. De facto, esta zona, apresentando declives menores e solos de maior potencial (solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos), encontra-se maioritariamente inserida na classe C, com capacidade de uso agrícola.

A mancha de capacidade de uso da classe C, correspondente a Solos Mediterrâneos Pardos de Xistos (Px), apresenta capacidade de uso mediana, com limitações acentuadas ao nível da erosão e da zona radicular, sendo susceptíveis de utilização agrícola pouco intensiva. Têm espessura efectiva aceitável, estando as limitações ao nível da erosão relacionadas com a existência de declives moderados.

Existe ainda uma mancha significativa de solos incluídos na classe C, associada à mancha de solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais não Calcários Normais de “rañas” ou depósitos afins (Sr), cujas limitações são resultantes de erosão e do solo na zona radicular.

Junto à albufeira do Alvito, encontra-se ainda uma pequena mancha de solo com capacidade de uso mais limitativa, incluindo as classes C e D resultantes de limitações de erosão.

Nos casos de atravessamento de linhas de água, tal como ocorre na parte final do traçado, afectar-se-ão diversas manchas de capacidade de uso do solo, pertencentes às classes A, B e C, incluindo solos com capacidade de uso muito elevada até solos com capacidade de uso mediana.

Os solos de capacidade de uso mais elevada, pertencentes à classe A, correspondem aos Aluviossolos Modernos (A), situados na faixa mais próxima da ribeira de Oriola. São solos que oferecem poucas ou nenhuma limitações de uso agrícola, com riscos de erosão quase nulos associados a declives planos ou suaves a moderados, sendo susceptíveis de utilização agrícola intensiva.

Os solos que constituem a classe B são em parte Solos Mediterrâneos Pardos (Px), assim como os Aluviossolos (A). Correspondem a manchas de capacidade de uso agrícola elevada, com limitações moderadas. Estão associados a riscos de erosão no máximo moderados, e são susceptíveis de utilização agrícola moderadamente intensiva. As restrições a que estão sujeitos prendem-se, no caso dos Aluviossolos, com a possibilidade de inundação ocasional e conseqüente excesso de água. No caso dos Solos Mediterrâneos Pardos (Px), as limitações estão associadas ao uso do solo na zona radicular.



### 4.3.3. Síntese

As áreas abrangidas pelo Troço de Ligação Loureiro-Alvito coincidem com solos Ex (Litossolos dos Climas Sub-húmidos e Semi-áridos de Xistos ou Grauvaques) e com o complexo de solos Ex+Px (Px - Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Normais de Xistos ou Grauvaques) que predominam, havendo ainda uma incidência de solos Sr (Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de «rañas» ou depósitos afins) e de solos A (Aluviossolos Modernos) junto da albufeira do Alvito.

Os solos Ex encontram-se normalmente associado a áreas sujeitas a erosão acelerada, enquanto que os solos Px e Sr são mais evoluídos, apresentando em condições normais, capacidade para um uso agrícola aceitável.

Relativamente à Capacidade de Uso do Solo verifica-se que as áreas abrangidas pelo Troço de Ligação Loureiro-Alvito, coincidem na região mais a montante com as classes D e E, em geral não susceptíveis de uso agrícola, que apresentam limitações resultantes da erosão e escorrimento superficial. Na região a jusante, próximo da albufeira do Alvito, verifica-se a predominância de solos de classe C, com capacidade agrícola e com algumas limitações resultantes da erosão e ao nível do solo na zona radicular, e a ocorrência pontual de solos de elevada capacidade agrícola (classes A e B), junto das linhas de água.

### 4.3.4. Evolução da situação de referência sem projecto

Na ausência do projecto da ligação Loureiro-Alvito, não se prevêem outros projectos na área de estudo que se traduzam em alterações ou afectações significativas dos solos.

De facto, mantendo-se os actuais usos do solo, a evolução pedológica a continuará no sentido que originou os solos actualmente existentes na área de estudo, já que se manterão as componentes de erosão e de pedogénese actualmente em operação. Assim, sendo prevê-se, de forma genérica, a manutenção dos tipos de solos actuais, bem como da sua capacidade de uso.



## 4.4. Recursos Hídricos

### 4.4.1. Recursos Hídricos Superficiais

#### 4.4.1.1. Introdução

Neste capítulo procede-se à caracterização geral dos recursos hídricos superficiais na área afectada pelo projecto, designadamente nas albufeiras que serão receptoras da transferência de água proveniente da albufeira de Alqueva, abordando os seguintes factores:

- A caracterização geral das bacias hidrográficas;
- A caracterização do escoamento e do regime hidrológico das linhas de água;
- A descrição das necessidades e usos de água;
- A identificação das fontes de poluição;
- A caracterização da qualidade da água.

Para a descrição da situação de referência dos recursos hídricos do ponto de vista quantitativo é efectuada uma descrição geral de enquadramento das bacias hidrográficas dos rios Sado e Guadiana, com base na consulta dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH) destes rios. São também analisados os fluxos que descrevem o sistema hidrológico em que se insere o projecto.

A análise da qualidade da água superficial é efectuada a partir da caracterização dos parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados através dos dados oficiais existentes para a região. A fonte preferencial de informação são os dados recolhidos nas estações de monitorização oficiais, uma vez que só com uma séries de valores significativa se poderá extrair uma conclusão razoável acerca desta matéria. As estações com maior interesse para esta análise são as estações da Vendinha e Alqueva, no rio Degebe, a estação da Albufeira de Alqueva e a estação da Albufeira de Alvito.

A utilidade das estações de monitorização no rio Degebe e na albufeira de Alqueva reside no facto de a esmagadora maioria dos caudais que serão transferidos da albufeira do Loureiro para a albufeira de Alvito são provenientes, não da bacia hidrográfica do Loureiro, mas sim da albufeira de Alqueva. Tendo em consideração que o sistema receptor se encontra adequadamente monitorizado pela rede do INAG, e que as características actuais do sistema dador (a bacia do Loureiro) não terão expressão significativa na qualidade da água transferida pela ligação Loureiro-Alvito (mais de 95% da água transferida será proveniente da albufeira de Alqueva), para a avaliação da qualidade da água do sistema dador são assim mais importantes as estações de monitorização no rio Degebe e na albufeira de Alqueva.



#### 4.4.1.2. Caracterização geral das bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado, juntamente com as bacias hidrográficas do Mira e do Tejo, constituem as principais bacias hidrográficas da região do Alentejo.

O projecto em análise tem a sua origem na albufeira do Loureiro, localizada na ribeira do Loureiro. Esta ribeira é um afluente de 3ª Ordem pertencente à sub-bacia do rio Degebe, por sua vez de 2ª Ordem, da margem direita do rio Guadiana. Deste modo, todos estes cursos de água estão incluídos na bacia hidrográfica do Guadiana.

Com uma área de 14 km<sup>2</sup> sobre a vertente Norte da Serra de Portel, a bacia hidrográfica da ribeira do Loureiro confina a Sul com o limite da bacia hidrográfica do rio Sado. A Serra de Portel segura por isso as bacias do rio Guadiana e do rio Sado, e constitui um limite físico entre a Região do Alentejo Central e a do Baixo Alentejo.

O âmbito geográfico da análise efectuada, em termos de enquadramento do ponto de vista dos recursos hídricos superficiais nas suas vertentes de disponibilidades, usos e correspondente qualidade da água, incluiu parte das bacias hidrográficas dos rios Guadiana e Sado. Os recursos hídricos superficiais em termos quantitativos e de uso de água foram caracterizados à escala das bacias hidrográficas definidas pelas barragens existentes e a construir, e de outras sub-bacias que complementam a área de estudo.

Quanto à qualidade da água, foi estudado o conjunto das Estações da Rede de Qualidade da Água (ROA) e do Programa de Monitorização das Captações Superficiais (PMCS).

A área em estudo considerada para efeitos do presente estudo, seguindo as indicações da Comissão de Acompanhamento Ambiental das Infra-estruturas de Alqueva (CAIA) sobre o EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva, assenta no Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, correspondendo sensivelmente ao conjunto das seguintes sub-bacias tal como definidas no referido plano, com a delimitação que se apresenta na Figura 4.5.1:

- B04, B05 e B06 – bacias hidrográficas associadas à barragem de Vale de Gaio;
- B10 – bacia hidrográfica definida pela barragem de Odivelas;
- B11 – bacia hidrográfica definida pela barragem de Alvito;
- C07 – bacia hidrográfica definida pela barragem de Roxo;
- B08 e B09 – bacia do rio Sado, a jusante das barragens do Vale do Gaio e Alvito e a montante da confluência do rio Xarrama com o rio Sado;
- C02 e C03 – bacia hidrográfica da ribeira da Figueira;





- C06 – bacia do Sado a jusante da barragem do Roxo e a montante da confluência com a ribeira de Ferreira.

Relativamente à área de estudo inserida no PBH do rio Guadiana, considerou-se a sub-bacia definida pela secção de avaliação do rio Degebe com o Guadiana, onde se inserem as barragens dos Álamos e do Loureiro.

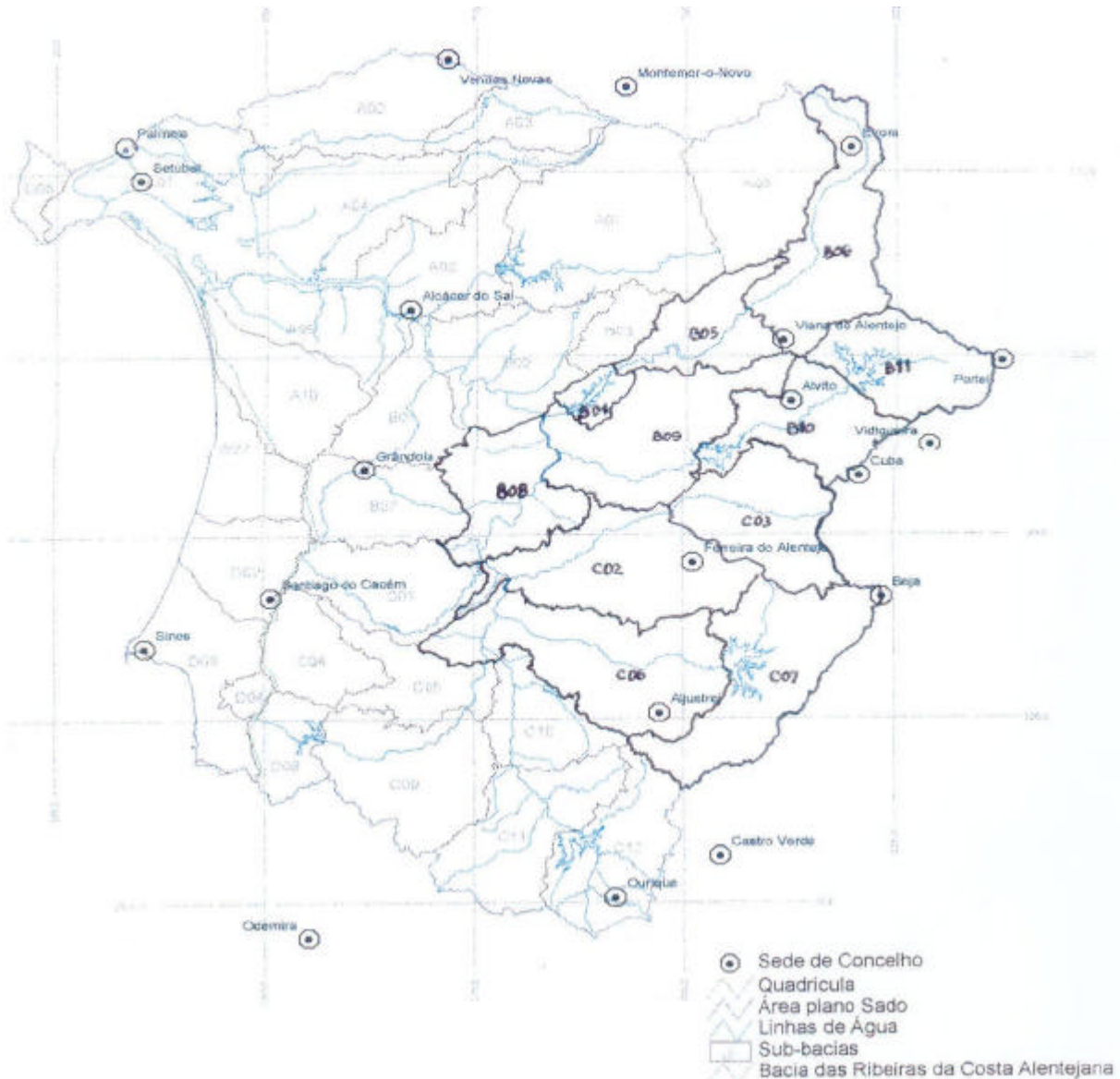
Estudaram-se as bacias hidrográficas definidas pelas barragens dadora e receptora, com base no estudo efectuado para o Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo, para as quais se avaliaram as disponibilidades hídricas. As características das bacias, bem como as secções de avaliação dos PBH do Sado e do Guadiana que serviram de base para a caracterização das suas afluições, apresentam-se no Quadro 4.4.1.

Quadro 4.4.1 – Bacias hidrográficas definidas pelas barragens em estudo

Barragem	Bacia Hidrográfica	Linha de água	Classificação decimal	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento da linha de água principal (km)	Secção de Avaliação
Álamos III	Guadiana	Veladas	401 76 14	2	1,37	Rio Degebe
Álamos I e II		Afluente Veladas	401 76 14	7	3,72 + 3,6	Rio Degebe
Loureiro		Loureiro	401 76 22 02 02	14	8,6	Rio Degebe
Alvito	Sado	Odivelas	622 54	212	21,16	B11 (PBH-Sado)
Barras		Vila Nova de Sobrana	622 54 06	38	14,45	B09
Vale do Gaio		Xarrama	622 52	509	68,32	B04
Odivelas		Odivelas	622 54	430	26,68	B10
Pisão		Pisão	622 68 17	50	9,61	C03
Alfundão		Tamagueira ou Figueira	622 68	110	7,47	C03
Roxo		Roxo	622 70	351	26,68	C07

Fonte: EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO *et al*, 2001)

Como se pode verificar no Quadro anterior, apenas as bacia hidrográficas definidas pelas barragens já existentes – Alvito, Vale do Gaio, Odivelas e Roxo – têm área superior a 200 km<sup>2</sup>. As barragens previstas possuem menor expressão, com áreas de bacias hidrográficas inferiores a 100km<sup>2</sup>.



Fonte: Adaptado de FBO *et al*, 2001 (EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva - Bloco Baixo Alentejo)

Figura 4.4.1 - Bacias Hidrográficas definidas no PBH do rio Sado

#### 4.4.1.3. Caracterização dos escoamentos e do regime hidrológico

No presente estudo apresentam-se os escoamentos médios anuais para as secções mais importantes da área em estudo, secções definidas pelas barragens e secções terminais dos principais afluentes do Sado – com base nos dados do Sistema Nacional de Informação de recursos hídricos para o período de 1990/91 a 2002/2003.



O escoamento médio anual da bacia do Sado é, segundo o PBH deste rio, da ordem de 1340hm<sup>3</sup>/ano, o que corresponde a um escoamento específico de 175mm/ano. Sendo a precipitação média ponderada sobre a bacia igual a 620mm/ano, conclui-se que o coeficiente de escoamento é 0,28.

Relativamente à bacia hidrográfica do rio Guadiana, o escoamento médio anual da bacia foi estimado no seu Plano de Bacia Hidrográfica em 1820hm<sup>3</sup>/ano, correspondente a uma precipitação média de 157mm/ano. Com os dados mais recentes, medidos em estações como a albufeira do Alqueva e na Ponte de Mourão, o escoamento médio anual é cerca de 3636hm<sup>3</sup>/ano. Esta diferença de valores deve-se aos recentes anos mais chuvosos de 1995/96, 96/97 e 97/98.

Os escoamentos médios anuais, estimados com base em dados do INAG para as principais secções da área em estudo apresentam-se no Quadro 4.4.2, nas secções principais das barragens existentes (Alqueva, Alvito, Odivelas, Roxo e Vale do Gaio).

Os escoamentos médios anuais das bacias hidrográficas definidas pelas barragens em estudo variam entre 40 e 808 hm<sup>3</sup>/ano, se excluirmos a barragem do Alqueva na qual o escoamento é muito superior.

As estimativas das aflúências às barragens a construir (Álamos, Loureiro, Barras, Pisão e Alfundão) efectuadas no âmbito do estudo do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo, indicavam valores entre 2,1 e 12,4hm<sup>3</sup>/ano, que são bastante inferiores às das barragens já existentes.

Quadro 4.4.2 – Escoamentos médios anuais na área em estudo

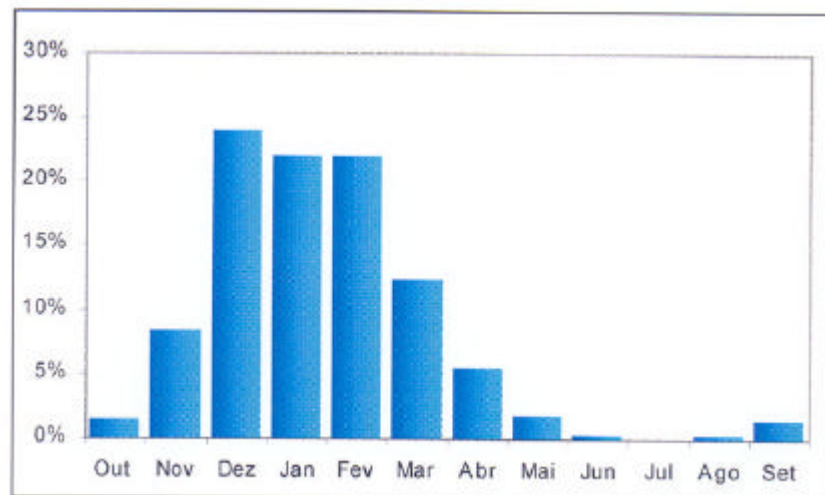
Estação	Curso de água	Escoamento médio anual (hm <sup>3</sup> /ano)		
		Ano médio	Ano seco	Ano húmido
<b>Bacia Hidrográfica do rio Guadiana</b>				
Barragem do Alqueva/ Ponte Mourão	Guadiana	3 636	921	6 258
Amieira	Degebe	219	29,6	418
Vendinha	Degebe	40	11	56
<b>Bacia Hidrográfica do Sado</b>				
Barragem de Alvito	Rib. Odivelas, Oriola ou Alvito	40	n.d.	n.d.
Barragem de Odivelas	Ribeira de Odivelas	808	n.d.	n.d.
Barragem do Roxo	Ribeira do Roxo	533	n.d.	n.d.
Barragem de Vale do Gaio	Rio Xarrama	72	21	131

n.d.: dados não disponíveis

Fonte: site [www.snirh.inag.pt](http://www.snirh.inag.pt) visitado em Maio de 2003



Relativamente à distribuição anual dos escoamentos, verifica-se tal como em todo o território nacional, uma grande assimetria. Verifica-se que cerca de 80% do escoamento anual ocorre no semestre húmido e apenas 20% no semestre seco. São também frequentes períodos de vários meses com caudais nulos. Os escoamentos máximos mensais verificam-se geralmente em Fevereiro e os mínimos em Julho e Agosto. Na Figura 4.4.2 representa -se a distribuição média mensal dos escoamentos na área em estudo, em ano seco.



Fonte: simulação da gestão das albufeiras. EDIA

Figura 4.4.2 - Distribuição média mensal dos escoamentos em ano seco

Quanto à capacidade total de armazenamento de água na área de intervenção do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado é de 702hm<sup>3</sup>, dos quais cerca de 646hm<sup>3</sup> se distribuem por 8 albufeiras de grande dimensão, nas quais se incluem a do Alvito, a de Odivelas, a do Roxo e a de Vale do Gaio que serão directamente afectadas pelo empreendimento em estudo. As principais características destas barragens são apresentadas no Quadro 4.4.3.

Quadro 4.4.3 – Características das principais barragens afectadas pela ligação Loureiro-Alvito

Designação	Local	Coroamento		Altura da barragem (m)	NPA (m)	Capacidade total (hm <sup>3</sup> )	Entidade Exploradora	Finalidade
		Comp. (m)	Cota (m)					
Alvito	Oriola	1105	201,6	48	197,5	132,5	INAG	Rega
Odivelas	Odivelas	555	106,0	44	103,0	96,0	Associação de Regantes	Rega
Roxo	Ervidel	847	139,5	34	136,0	96,3	Associação de beneficiário	Fins Múltiplos
Vale do Gaio	Barrosinha	368	44,5	33	40,5	63,0	-	Fins Múltiplos



#### 4.4.1.4. Necessidades e usos da água

As principais utilizações da água serão caracterizadas com base no PBH do rio Sado, tendo sido identificados como mais relevantes os usos relativos ao abastecimento público, ao uso industrial e ao uso agrícola. Apresentam-se ainda estimativas das respectivas necessidades de água, ou seja, dos volumes de água directamente ou indirectamente consumidos por estes sectores, com base nos trabalhos desenvolvidos no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo (FBO *et al*, 2001).

##### **Abastecimento Público**

De acordo com o PBH, os volumes de água captados nestas albufeiras para abastecimento público foram, em 1997, os seguintes:

- Albufeira do Alvito – 280 100m<sup>3</sup>
- Albufeira do Roxo – 2 868 789m<sup>3</sup>

O Quadro 4.4.4 apresenta as estimativas, apresentadas no Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, referentes às necessidades de água para abastecimento público e os volumes totais de água captada em cada um dos concelhos da área em estudo. No Quadro 4.4.5 apresentam-se as necessidades de água para abastecimento público nas bacias das principais linhas de água e albufeiras interessadas pelo estudo.

Quadro 4.4.4 – Necessidades de água para abastecimento público

Concelho	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano)		Água captada (m <sup>3</sup> /ano)	
	Totais	Atendidas	Superficial	Subterrânea
Portel	61 600	60 289	-	67 349
Alvito	60 929	56 020	280 100	-
Aljustrel	562 424	550 024	831 085	60 439
Beja	1 762 858	1 722 688	2 037 704	131 936
Cuba	132 167	127 565	-	115 968
Ferreira do Alentejo	934 522	928 966	-	1 202 607
Viana do Alentejo	227 789	222 461	-	433 033

Fonte: PBH do rio Sado

Para estimar as necessidades totais do concelho, calculou-se a diferença entre as populações totais estimadas para os concelhos e as populações atendidas pelos sistemas de abastecimento, e admitiu-se uma captação de 50 l/hab.dia para os habitantes não atendidos. As necessidades atendidas foram obtidas a partir dos volumes de água facturados pelas Câmaras Municipais (Hidro4 *et al*, 1999).



Quadro 4.4.5 – Necessidades de água para abastecimento público por sub-bacia

Sub-bacia	Linha de água/ Albufeira	Necessidades de água para abastecimento público (m <sup>3</sup> /ano)
B04	Rio Xarrama/ Alb. de Vale do Gaio	91 625
B05		114 353
B06		969 697
B08	Rio Sado	105 986
B09	Rib.ª de Odivelas/ Alb. do Alvito	47 493
B10		232 986
B11		60 554
C02	Rib.ª da Figueira	788 329
C03		183 529
C06	Rib.ª do Roxo/ Alb. do Roxo	725 770
C07		474 627
<b>Total</b>		<b>3 794 949</b>

Fonte: PBH do rio Sado

## Indústria

Os dados de consumo industrial apresentados de seguida, referem-se aos consumos médios anuais, estimados para cada concelho (Quadro 4.4.6) e por sub-bacia (Quadro 4.4.7) da bacia hidrográfica do Sado.

Quadro 4.4.6 – Consumo industrial de água por sub-bacia

Concelho	Consumo de água por tipo de origem (m <sup>3</sup> /ano)					Consumo Total
	Não especificada	Rede pública	Rio	Albufeira	Furo/ poço	
Portel	12 989	-	-	-	9 727	22 716
Alvito	4 013	-	-	-	21 083	25 096
Aljustrel	2 607	-	-	570 000	1 896	574 502
Beja	2 782	-	-	365	28 036	31 183
Cuba	1 270	-	-	-	1 566	2 836
Ferreira do Alentejo	5 349	365	-	150 000	15 672	171 386
Viana do Alentejo	34 498	1 892	548	1 615	55 459	94 011

Fonte: PBH do rio Sado



Quadro 4.4.7 – Consumo industrial por sub-bacia

Sub-bacia	Linha de água/ Albufeira	Necessidades de água para abastecimento público (m <sup>3</sup> /ano)
B04	Rio Xarrama/ Alb. de Vale do Gaio	0
B05		31 367
B06		163 587
B08	Rio Sado	1 038
B09	Rib.ª de Odivelas/ Alb. do Alvito	13 534
B10		14 525
B11		23 172
C02	Rib.ª da Figueira	20 324
C03		178 272
C06	Rib.ª do Roxo/ Alb. do Roxo	917 795
C07		9 302
<b>Total</b>		<b>1 373 516</b>

Fonte: PBH do rio Sado

Verifica-se que os consumos industriais nos concelhos da área abrangida pelo projecto são, em geral, pouco significativos, correspondendo a cerca de 30% dos consumos domésticos, no caso da análise por concelho e a 37%, no que se refere às sub-bacias afectadas pelo projecto.

Da análise do Quadro 4.4.7 ressalta que as bacias onde os consumos industriais são mais significativos são: C06 – devido às minas de Aljustrel; C03 – sub-bacia que abrange zonas dos concelhos de Beja, Alvito, Cuba e Ferreira do Alentejo e B06 – sub-bacia que abrange freguesias urbanas (nomeadamente as sedes de concelho) dos concelhos de Évora e Viana do Alentejo.

### Agricultura

No PBH do rio Sado são apresentados valores referentes à necessidade de água para a agricultura para os dois tipos de regadios existentes na área em estudo, nomeadamente, os regadios colectivos de iniciativa estatal e os regadios individuais de iniciativa privada.

Em seguida apresentam-se os regadios colectivos de iniciativa pública, existentes na bacia hidrográfica do rio e que serão influenciados pelo projecto em estudo. Os valores mais actuais referentes a volumes de água utilizados para rega são os constantes do PBH do Sado, os quais se apresentam na tabela seguinte.



Quadro 4.4.8 – Regadios colectivos de iniciativa privada influenciados pelo Projecto

Aproveitamento hidroagrícola	Área abrangida (ha)	Área Média Regada (ha)	Volume Médio (hm <sup>3</sup> /ano)	Necessidades Totais (hm <sup>3</sup> )	Principais Problemas
Campilhas – Alto Sado	-	3 017 (1988-1997)	-	-	Total armazenado não é suficiente para satisfazer as necessidades totais
Odivelas	6 846	3 459 (1998)	23,7 (1997)	28,3 (1997)	As características topográficas e pedológicas dos solos originam uma baixa taxa de utilização do perímetro de rega
Roxo	5 041	4 429 (1998)	10,4 (1988-1997)	19,2 (1997)	Total armazenado não é suficiente para satisfazer as necessidades totais; a água possui fraca qualidade; e existem perdas elevadas na rede de adução e distribuição
Vale do Sado	9 614	5 244 (1988-1996)	60,4 (1997)	79,3 (1997)	Total armazenado não é suficiente para satisfazer as necessidades totais

Fonte: PBH do rio Sado

No que se refere aos concelhos abrangidos pelo projecto em estudo, os valores de Superfície Agrícola Útil (SAU) e de superfície irrigável foram contabilizados no Recenseamento Agrícola de 1999. No Quadro 4.4.9 apresentam-se também as estimativas de área regada e as necessidades anuais globais de água para rega.

Quadro 4.4.9 – SAU, superfície irrigável, áreas regadas e necessidade de água nos concelhos do projecto

Concelho	SAU <sup>(1)</sup> (ha)	Superfície irrigável <sup>(1)</sup> (ha)	Área regada <sup>(2)</sup> (ha)	Necessidades de água <sup>(2)</sup> (hm <sup>3</sup> /ano)
Portel	38 835	3 368	271	4,65
Alvito	15 615	940	867	9,0
Aljustrel	39 141	4 947	2 362	19,0
Beja	90 764	9 379	-	14,7
Cuba	13 428	2 011	419	7,0
Ferreira do Alentejo	48 587	11 202	5 191	57,2
Viana do Alentejo	34 182	2 057	974	20,7
<b>Total</b>				<b>132,25</b>

(1) De acordo com o Recenseamento Geral Agrícola de 1999

(2) Valores de 1997 fornecidos pelo Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola

Fonte: PBH do rio Sado





É notória a diferença entre a área efectivamente regada e a superfície irrigável (superfície máxima, que no decurso do ano agrícola de referência do inquérito poderia, se necessário, ser irrigada, por meio de instalações técnicas próprias da exploração). Este facto confirma a capacidade de utilização que a área afectada pelo projecto possui, face ao aumento da disponibilidade de água.

As necessidades totais de água para a rega, nos concelhos abrangidos pelo projecto em estudo, são apresentados no Quadro 4.4.10. Os valores constantes nestes quadros consistem nas estimativas apresentadas no PBH, para um ano médio.

Quadro 4.4.10 – Necessidades de água para rega por concelho

Concelho	Necessidades de água para rega (hm <sup>3</sup> /ano)		
	Regadios individuais	Regadios colectivos	Total
Portel	4,65		4,65
Alvito	9,0		9,0
Aljustrel	19,0	15,5	34,5
Beja	14,7		14,7
Cuba	7,0		7,0
Ferreira do Alentejo	57,2	28,3	85,5
Viana do Alentejo	20,7		20,7
	132,25	43,8	176,05

Fonte: PBH do rio Sado

#### 4.4.1.5. Principais fontes de poluição

##### Fontes pontuais de poluição de origem industrial

Com base no inventário das unidades industriais localizadas na área de estudo, que descarregam os seus efluentes directamente nas linhas de água, apresentam-se neste capítulo as respectivas estimativas das cargas poluentes, sistematizadas a partir das informações constantes do PBH do Sado.

No Quadro 4.4.11 apresenta -se a estimativa das cargas poluentes rejeitadas no meio hídrico, provenientes das referidas indústrias, por sub-bacia.

A observação deste quadro permite constatar que, das sub-bacias da área em estudo, aquela que está sujeita a descargas de poluentes mais significativa é a B06, correspondente a uma sub-bacia do rio



Xarrama, a montante da Albufeira de Vale do Gaio; seguem-se as sub-bacias B05, também do rio Xarrama, a montante desta albufeira, e C03, da Rib.<sup>a</sup> da Figueira.

A concentração de suiniculturas, a par com boviniculturas, atinge maior expressão nas sub-bacias do rio Xarrama, a montante da Albufeira de Vale do Gaio, sobretudo no troço mais a montante (B06). As suiniculturas são abundantes ainda na bacia da Rib.<sup>a</sup> da Figueira.

Quadro 4.4.11 – Cargas poluentes de origem industrial rejeitadas no meio hídrico, por sub-bacia

Sub-bacia	Cargas anuais afluentes ao meio hídrico, por sub-bacia						
	SST (t/ano)	CBO5 (t/ano)	CQO (t/ano)	N (t/ano)	P (t/ano)	Coliformes Fecais	Coliformes Totais
B04	0	0	0	0	0	0	0
B05	1331	741	2148	108	24	3,87 E14	1,09 E15
B06	2626	1222	3942	186	28	2,72 E14	1,67 E14
B08	150	15	31	1	0,37	6,21 E12	1,75 E13
B09	500	162	757	36	2	1,55 E13	4,38 E13
B10	358	334	596	35	10	1,66 E14	4,69 E14
B11	339	210	557	30	8	1,4 E14	3,96 E14
C02	333	269	553	19	6	9,82 E13	2,77 E14
C03	1437	992	1852	76	27	3,35 E14	9,45 E14
C06	90	142	120	6	2	3,05 E13	8,62 E13
C07	452	160	693	33	3	3,01 E13	8,5 E13

Fonte: PBH do rio Sado

### Fontes pontuais de poluição de origem urbana

Neste capítulo apresenta-se a estimativa das cargas poluentes pontuais de origem urbana apresenta das no PBH, efectuadas com base nos resultados disponíveis das monitorizações efectuadas nas ETAR's existentes e nos valores médios de capitação de cargas poluentes urbanas, quando não se dispunha daqueles elementos.

No Quadro 4.4.12 indicam-se os valores das estimativas das cargas poluentes rejeitadas nas sub-bacias da área em estudo.



Quadro 4.4.12 – Cargas poluentes rejeitas no meio hídrico, por sub-bacia

Sub-bacia	Cargas anuais afluentes ao meio hídrico, por sub-bacia (t/ano)			
	CBO5	CQO	N	P
B04	13,7	27,4	6,8	1,6
B05	16,9	33,8	3,4	0,6
B06	155,7	494,9	80,7	18,6
B08	14,2	28,3	3,1	0,6
B09	9,8	19,7	5,2	1,2
B10	24,0	48,0	8,1	1,6
B11	40,5	81,1	6,8	1,4
C02	44,4	88,9	17,9	3,7
C03	41,9	83,7	10,0	2,1
C06	207,4	414,7	43,0	9,2
C07	146,2	292,5	40,3	8,0

Fonte: PBH do rio Sado

Verifica-se que as cargas poluentes estimadas de origem urbana, rejeitadas no meio hídrico, são significativamente inferiores às de origem industrial. A sub-bacia onde as cargas poluentes afluentes ao meio hídrico são mais elevadas é a B06 (rio Xarrama, a montante da albufeira de Vale do Gaio). A principal contribuição para a carga poluente produzida nesta bacia é o concelho de Évora, onde a concentração populacional e industrial é elevada.

Segue-se a sub-bacia C06 (Rib.<sup>a</sup> do Roxo, a jusante da albufeira do Roxo), onde a elevada carga poluente afluente ao meio hídrico se deve, não só ao número de habitantes e indústrias ligadas aos SAR, mas sobretudo à elevada percentagem da população não servida por sistemas de tratamento.

### Poluição difusa

As cargas poluentes de origem difusa originadas na actualidade na bacia do rio Sado foram avaliadas no Plano de Bacia Hidrográfica do rio Sado, atendendo às seguintes contribuições: escorrências de áreas agrícolas (zonas de regadio, outras áreas rurais); escorrências de pecuárias; escorrências de áreas urbanas e escorrências de escombrelas de minas abandonadas.



Neste estudo, apresentam-se no Quadro 4.4.13 as estimativas relacionadas com as áreas rurais. Importa notar que os valores das cargas de poluentes de origem difusa apresentados correspondem apenas a estimativas grosseiras de ordem de grandeza da poluição média gerada.

Quadro 4.4.13 – Estimativa das cargas devidas à poluição difusa – Poluentes gerados nas áreas rurais

Sub-bacia	Carga média de azoto (t/ano)				Carga média de fósforo (t/ano)				Carga média de CBO5 (t/ano)
	Rega	Restante zona rural	Pecuária	Total	Rega	Restante zona rural	Pecuária	Total	
B04	3640	21	0,3	49587	261	14	0,1	3629	66
B05	7587	68	3,4	43151	556	44	0,9	3147	234
B06	7393	181	7,1	35023	659	118	1,8	2602	604
B08	16589	23	2,5	29775	1191	15	0,6	2175	89
B09	27762	90	2,7	27852	1992	58	0,7	2050	292
B10	10269	136	2,4	16612	718	89	0,6	1206	429
B11	9150	165	9,9	10405	643	107	2,6	807	580
C02	43065	86	3,3	7574	3091	56	0,9	777	285
C03	29708	67	5,3	9315	2132	43	1,4	750	245
C06	34869	154	3,5	7655	2502	100	0,9	600	492
C07	49465	122	14,7	3661	3550	79	3,8	275	491

Fonte: PBH do rio Sado

Pela análise do quadro anterior verifica-se que:

- Os volumes de azoto gerados em cada sub-bacia são sempre bastante superiores aos volumes de fósforo;
- Os maiores riscos de exportação de nutrientes estão associados às áreas de regadio; com efeito, as cargas de nutrientes estimadas para estas áreas representam entre 84,8 e 99,9%, no caso do azoto. A contribuição da actividade pecuária é muito pouco significativa.

#### 4.4.1.6. Qualidade da água

De acordo com a Lei em vigor, as formalidades de Gestão da Qualidade dos Recursos Hídricos estão estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.



O actual Decreto, enumera uma série de critérios e normas relacionadas com a qualidade das águas de rega que garantam a protecção da saúde pública, bem como a definição de condições para o aproveitamento das águas residuais na rega de culturas agrícolas ou florestais.

Conjuntamente, o Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro, criou o regime jurídico do aproveitamento do domínio hídrico, uma vez que obriga a licenciamento pela Direcção Regional de Ambiente e Ordenamento do Território as intervenções ou acções a executar no domínio hídrico.

A avaliação da qualidade da água nos diversos pontos estudados foi efectuada considerando os requisitos de qualidade constantes do Decreto-Lei n.º 236/98, aplicáveis às utilizações actuais e previstas das águas na área de influência do projecto, nomeadamente:

- As águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano,
- As águas destinadas à rega;
- As águas doces para fins aquícolas – águas piscícolas.

Para além da avaliação da qualidade da água, tendo em consideração o Decreto-Lei nº236/98, realizou-se igualmente uma comparação da qualidade da água de acordo com a classificação do INAG (Instituto da Água).

A análise da qualidade foi efectuada com base nos dados da rede de qualidade da água, disponibilizados através do SNIRH e pela Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Alentejo. Os resultados correspondem a valores medidos mensalmente em períodos diferentes em cada estação, num período máximo compreendido entre Outubro de 1998 e Dezembro de 2002. Refira-se que a maioria das estações de monitorização analisadas são recentes, pelo que os dados disponíveis não abrangem um período histórico muito longo.

### **Classificação da água em função dos usos**

No Quadro 4.4.14 apresenta -se a classificação da água, nas diferentes estações de amostragem, para as utilizações previstas.



Quadro 4.4.14 – Classificação da água para as utilizações previstas

Estação de amostragem	Produção de água para consumo humano	Rega	Fins Piscícolas	Classificação INAG
<b>Estações a montante – Bacia Hidrográfica do Guadiana</b>				
Vendinha	A3 (nomeadamente em relação ao parâmetros CBO)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Compatível, apesar de exceder o VMR, em relação ao parâmetro nitritos	Classe C (poluída)
Albufeira de Alqueva*	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros Azoto Kjeldhal, Coliformes totais, Coliformes fecais e <i>Streptococcus Fecais</i> )	Compatível, apesar de exceder o VMR em relação ao parâmetro Coliformes Fecais	Compatível, apesar de exceder o VMR em relação ao parâmetro nitritos	Classe E (Extremamente poluída)
Albufeira de Monte Novo	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros Arsénio e <i>Streptococcus Fecais</i> )	Compatível, apesar de exceder o VMR em relação ao parâmetro Coliformes Fecais	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Classe D (muito poluída)
<b>Estações a Jusante – Bacia Hidrográfica do Sado</b>				
Albufeira do Alvito	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros Fenóis e Coliformes Totais)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Classe C (poluída)
Alvalade / Campilhas	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros CBO e Coliformes Fecais e condutividade)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Classe D (muito poluída)
Alvalade / Sado	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros CBO e Coliformes Fecais e condutividade)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Classe D (muito poluída)
Moinho da Gamitinha	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros Coliformes Fecais e nitratos condutividade)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Classe C (poluída)
Albufeira de Vale do Gaio	A3 (nomeadamente em relação ao parâmetro CBO)	Compatível, apesar de alguns parâmetros acima do VMR	Incompatível, em relação aos parâmetros pH e amoníaco	Classe D (muito poluída)
Albufeira do Roxo	A3 (nomeadamente em relação aos parâmetros CBO, CCO, Coliformes Totais e Fecais)	Compatível, apesar de alguns parâmetros se encontrarem acima do VMR	Incompatível, em relação aos parâmetros pH e amoníaco	Classe D (muito poluída)

\* Os dados relativos à Albufeira de Alqueva foram obtidos em campanhas de monitorização da responsabilidade da EDIA.

Fonte: EPIA do Subsistema de Rega do Baixo Alentejo (FBO *et al*, 2001); Dados do SNIRH(INAG, 2003)



Os dados apresentados têm por base os estudos sobre qualidade da água já efectuados no âmbito do EPIA do Subsistema de Rega do Baixo Alentejo (FBO *et al.*, 2001) e no EIA da Barragem do Loureiro (NEMUS, 2002). No entanto, procedeu-se a uma actualização dos dados referentes às albufeiras de Alqueva e do Alvito e às estações da Vendinha e Monte Novo (no rio Degebe), de forma a dar cumprimento ao parecer da Comissão de Acompanhamento Ambiental das Infra-estruturas de Alqueva (CAIA) sobre o EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva.

Em relação à albufeira de Alqueva, os dados analisados dizem respeito a campanhas realizadas pela EDIA entre Fevereiro e Dezembro de 2002 em Mourão (superfície, meio e fundo) e na barragem de Alqueva (montante e jusante). Foram também analisados os dados referentes às estações de monitorização do rio Degebe, imediatamente a montante do troço em estudo (Vendinha e albufeira de Monte Novo) e à estação imediatamente a jusante, localizada precisamente na bacia receptora (Albufeira do Alvito). Tendo em conta que a maioria dos caudais que serão transferidos da albufeira do Loureiro para a albufeira do Alvito são provenientes da albufeira de Alqueva, é de extrema relevância a avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Degebe.

Como se pode observar pelos dados da tabela, a albufeira de Alqueva é o local onde a qualidade da água apresenta índices mais baixos, com classificação de extremamente poluída (Classe E – INAG) e inserindo-se na classe A3 relativa a águas para consumo humano. Nesta estação, os parâmetros mais críticos são os Coliformes fecais, Coliformes totais e *Streptococcus fecalis*. No entanto deve-se ter em conta o facto de os resultados apresentados serem ainda muito incipientes no que diz respeito ao nível de armazenamento da albufeira, sendo portanto previsível que esta situação seja alterada a curto prazo.

Todas as restantes estações apresentam indicadores de água poluída ou muito poluída (classes C e D segundo o INAG). Nas estações mais próximas do troço de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, esta classificação deve-se essencialmente aos parâmetros CBO e nitritos (Vendinha), coliformes totais (Albufeira do Alvito) e arsénio (Albufeira do Alvito).

Quanto ao Decreto-Lei nº. 236/98, os valores registados apresentam-se dentro da categoria A3, para águas doce superficiais destinadas à produção de água para consumo humano., a que equivale uma necessidade de tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Em relação aos outros dois usos analisados (rega e piscicultura), observa-se que a qualidade da água na Albufeira de Alqueva excede alguns dos Valores Máximos Recomendados, dado que os índices de coliformes fecais e de nitritos são demasiado elevados. No entanto, ressalva-se novamente que o período de monitorização da albufeira de Alqueva é ainda muito recente para permitir retirar conclusões sobre os valores da qualidade da água. Considera-se que apenas após a fase de enchimento da albufeira ter



terminado, e a albufeira de Alqueva desenvolver um regime limnológico consistente, será possível avaliar de forma correcta a qualidade da água aí armazenada. Note-se que a fase de enchimento introduz considerável distorção sobre as características físico-químicas da água, devido ao arraste de detritos, ao apodrecimento da material vegetal presente (apesar deste efeito ter sido minimizado pela desmatação) e ao lixiviamento dos solos que se processa durante a inundaçãõ do regolfo da albufeira.

Existem também alguns casos, como nas estações da Vendinha e nas albufeiras do Roxo e de Vale do Gaio, em que alguns parâmetros ultrapassam os Valores Máximos Admissíveis como o pH e o amoníaco não ionizado, não permitem o uso para fins piscícolas. Outros parâmetros tais como o CBO e os nitritos são excedidos no seu Valor Máximo Recomendado (VMR). Da mesma forma, na albufeira de Monte Novo o nível de Coliformes Fecais excede o VMR para utilização em rega.

A má qualidade da água registada na região deve-se a factores vários, dos quais são exemplo a albufeira do Alvito, que recebe descargas de vários efluentes que degradam as suas águas. Para além de efluentes de suiniculturas, como Monte do Ferro, Horta da Lentisca e Horta da Cabrita, esta albufeira recebe também a descarga dos efluentes domésticos e da indústria de carnes de Oriola, bem como parte dos efluentes domésticos de S. Bartolomeu do Outeiro. Foram ainda identificados um lagar de azeite e uma outra suinicultura, na margem direita do Barranco da Carrasca, que drena para a albufeira do Alvito.

### **Modelações da qualidade da água efectuadas em estudos anteriores**

A qualidade da água nas albufeiras existentes na Bacia Hidrográfica do Sado foi objecto de simulações em diversos estudos nos últimos 20 anos. Nomeadamente, no Estudo de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo (FBO *et al.*, 2001) foi realizada uma simulação hidrodinâmica e da qualidade da água em diversas albufeiras, tendo como objectivos comparar os resultados do modelo utilizado com os dados existentes e estabelecer um cenário de referência a partir do qual se quantificassem os previsíveis impactes.

Também no Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) foi elaborada uma simulação sobre a transferência de águas Loureiro-Alvito, pelo que se torna relevante neste capítulo analisar as principais conclusões destes estudos.

#### ***Modelação no EPIA da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito***

Neste estudo, foi elaborada uma simulação de hidrodinâmica e qualidade da água tendo por objecto a quantificação do impacte ambiental das transferências de água a efectuar entre a Bacia do Guadiana e a Bacia do Sado. O trabalho centrou-se na simulação do efeito que as referidas transferências terão na qualidade da água da albufeira do Alvito situada na ribeira de Oriola.





Atendendo à sua localização geográfica, a albufeira do Alvito é um local onde a ocorrência de gradientes verticais de temperatura produz uma estratificação acentuada durante o período de Primavera/Verão. Este facto funciona como factor inibidor da mistura vertical impedindo a homogeneização da coluna de água.

Tendo em conta estas condicionantes, foi utilizado um modelo bidimensional que permite estudar as variações verticais e longitudinais; o CE-QUAL-W2 desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers. Os detalhes de funcionamento do modelo podem ser consultados no Anexo V (Volume IV do presente EIA).

O trabalho foi desenvolvido em quatro fases distintas, nas quais se procurou: simular o estado de referência; identificar as possíveis causas de impactes negativos; simular as transferências em situações próximas das reais; e finalmente, simular as transferências para regiões a jusante na bacia do Sado.

No que respeita à caracterização da situação de referência, os resultados obtidos pela simulação permitem classificar a água da barragem como sendo francamente poluída, designadamente no parâmetro relativos à amónia e como água sem poluição relativamente aos nitratos, fosfatos, e CBO5, situação actualmente já um pouco diferente, como se observou no capítulo anterior.

O ciclo sazonal de temperatura, típico de latitudes médias, indica uma homogeneidade da temperatura ao longo da coluna de água no início do ano, seguida da criação de uma termoclina por volta dos meses de Março/Abril. No Verão dá-se o natural aquecimento da camada superficial, voltando a atenuar-se a termoclina no Outono.

Os resultados indicam claramente a ocorrência de baixos valores da concentração de oxigénio dissolvido (OD) no hipolimnion da barragem. Durante os períodos de elevada estratificação os valores de OD abaixo da termoclina são geralmente inferiores a 0,4 mg/l. À medida que a termoclina vai sendo atenuada e a temperatura vai sendo homogeneizada na coluna de água, a concentração de OD vai aumentando atingindo-se em Dezembro uma situação onde apenas em profundidades superiores a 30m se têm valores que se podem considerar baixos.

A distribuição de nutrientes reflecte bem o ciclo sazonal de produção típico de albufeiras em regiões temperadas. Os gradientes verticais aparecem sempre associados à ocorrência de estratificação, com a existência de valores mínimos de fósforo e nitratos próximo da superfície durante o período de Primavera/Verão. Com a diminuição da concentração de produtores primários os valores dos referidos nutrientes vai aumentando globalmente ao mesmo tempo que estes vão sendo misturados na coluna de água. A influência dos afluentes é evidente na zona a montante, principalmente no caso da amónia e do fósforo.



### *Modelação no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva*

No que diz respeito à albufeira receptora no projecto em estudo, os resultados das simulações sobre a hidrodinâmica e a temperatura da Albufeira do Alvito apresentados no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva indicam uma concordância entre os valores calculados e os dados da precipitação da região.

Durante os primeiros meses do ano, devido à acção do vento e principalmente à pouca radiação solar incidente, a temperatura apresenta-se homogénea em toda a coluna de água, com valores que rondam os 14°C. No início da Primavera produzem-se duas regiões distintas separadas por uma zona de diminuição rápida da temperatura – a termoclina – caracterizada por fortes gradientes verticais. Finalmente o ciclo completa-se com a erosão da termoclina e o arrefecimento geral visível a partir de Outubro, não se observando diferenças significativas na distribuição longitudinal da temperatura.

Em relação às modelações efectuadas com vista a estabelecer uma classificação trófica, nas albufeiras afectadas pelo projecto, resumidamente pode dizer-se que as albufeiras do Alvito e de Odivelas se apresentam pouco produtivas, com fitoplâncton típico de meios oligotróficos (dominância das Clorofíceas). A albufeira do Roxo pode considerar-se mesotrófica ou eutrófica com dominância das Cianofíceas no Verão e Outono embora com concentrações moderadas. Finalmente a albufeira de Vale do Gaio é considerada muito produtiva, com dominância das Cianofíceas acompanhadas por espécies de Clorofíceas próprias de ambientes muito ricos em nutrientes.

No que diz respeito a densidades, na albufeira do Vale do Gaio os valores médios eram 2 vezes superiores aos da albufeira do Roxo e 4 vezes superiores aos da albufeira de Odivelas. Pelos resultados obtidos com a modelação efectuada no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva, para a década de 90 e embora não seja possível confirmar a eventual existência de maior quantidade de biomassa na albufeira de Vale do Gaio, é bem evidente o diferente comportamento das diferentes albufeiras.

A maior disponibilidade de nutrientes na albufeira de Vale do Gaio leva a que, mesmo no Inverno, as concentrações de fitoplâncton e de matéria orgânica sejam suficientemente elevadas para reduzir substancialmente a penetração da luz, de forma que esta se torna no factor limitante durante praticamente todo o ano.

É esta a razão pela qual os “blooms” em Vale do Gaio têm máximos mais moderados. Por outro lado, a luz por si só não limita completamente a produção primária nos meses de Primavera e Verão, como acontece com a ausência de nutrientes, o que origina que os “blooms”, apesar de uma intensidade moderada, sejam muito longos.



Na albufeira de Odivelas o modelo utilizado produziu resultados comparáveis com os que se obtiveram para a albufeira do Alvito, confirmando assim o semelhante estado trófico destas duas albufeiras. Na albufeira do Roxo a situação é intermédia entre Vale do Gaio e Alvito. No princípio da década os máximos de fitoplâncton que ocorriam, no início da Primavera, eram intensos e curtos, assemelhando-se ao que acontece em albufeiras pouco produtivas. Após 1995 os “blooms” tornaram-se mais extensos e igualmente intensos, prefigurando um caso de eutrofização com alguma gravidade.

Em situações extremas, ou seja, anos secos e anos húmidos o sistema comporta-se de maneira diferente. Por exemplo, no caso da albufeira do Roxo, a partir do final de 1992, o volume acumulado foi sempre inferior a 20% da capacidade da albufeira. Verifica-se que a partir dessa altura ocorre um aumento na concentração de fitoplâncton, durante o período da Primavera – Verão, a que corresponde um aumento significativo na concentração de amónia.

Este aumento de concentração não significa necessariamente um aumento de biomassa, mas sim uma diminuição de volume. A partir do final de 1995 a precipitação aumentou consideravelmente o mesmo acontecendo com o volume acumulado nas albufeiras, que muito rapidamente atingiram a sua capacidade máxima. A este aumento de volume/afluências corresponde um aumento também muito significativo dos fluxos de nutrientes. Quanto ao oxigénio dissolvido os valores à superfície são em geral elevados (entre 8 e 10mg/l) e apenas esporadicamente, em Vale do Gaio, se têm valores ligeiramente inferiores a 6mg/l durante o Verão.

Existem também alguns estudos elaborados sobre a evolução dos parâmetros de qualidade da água tendo em conta a sua distribuição vertical, nomeadamente para as albufeiras de Vale do Gaio e Alvito. Em termos de biomassa algal é evidente a diferença de comportamento das duas albufeiras. A extensão dos “blooms” na albufeira de Vale do Gaio é comparativamente maior que na albufeira do Alvito, tanto em termos temporais como em termos verticais. Também são muito evidentes as diferenças existentes na distribuição de nutrientes, existindo na albufeira de Vale do Gaio uma maior abundância. As interações da coluna de água com o fundo são importantes neste tipo de sistema.

Próximo do fundo, as concentrações relativamente elevadas de matéria orgânica durante o período estival, conduzem a concentrações muito baixas de oxigénio dissolvido, podendo originar a ocorrência de processos anaeróbios. Estes processos consistem, por um lado, na libertação de fosfato e azoto amoniacal pelos sedimentos e, por outro lado, em reacções de desnitrificação, onde o nitrato é transformado, por acção de bactérias, em azoto molécula com libertação de oxigénio. Estes processos implicam a existência de elevadas concentrações de fosfato e azoto amoniacal no hipolimnion da albufeira, bem como muito baixas concentrações de nitrato.



Os resultados obtidos em modelações também mostram a existência de concentrações baixas de oxigénio dissolvido próximo do fundo no período estival (principalmente) coincidindo com concentrações relativamente elevadas de matéria orgânica. De uma forma geral, estes processos ocorrem em todas as albufeiras e podem ser observados com uma estratégia de amostragem adequada. O facto de se poder confirmar a sua ocorrência noutras albufeiras constitui por si só uma forma de validação do modelo utilizado.

### ***Modelação da qualidade da água na Albufeira de Alqueva***

No âmbito do Plano de Ordenamento das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão (POAAP) foi realizado o inventário e caracterização das fontes de contaminação que existam na bacia hidrográfica de Alqueva e Pedrógão. Na sequência deste estudo (volume 10B dos estudos de base) procurou-se, recorrendo à modelação matemática dos processos de transporte, dispersão e degradação da carga poluente, prever a qualidade de água das albufeiras, identificar as principais causas dos problemas previstos e propor medidas para o seu combate.

O modelo matemático utilizado foi o CE-QUAL-W2, desenvolvido na Waterways Experimentation Station do Corps of Engineers dos Estados Unidos da América. Trata-se de um modelo hidrodinâmico e bidimensional, lateralmente homogéneo, que permite a simulação da qualidade de massas de água sujeitas a fluxos de entrada e saída de água variáveis no tempo.

A análise da qualidade da água afluente à albufeira de Alqueva sugere como principal conclusão que Espanha exerce uma influência significativa na qualidade de água do Guadiana. Não constitui uma conclusão original, dado que estudos anteriores apontaram neste sentido, tratando-se de um fenómeno amplamente discutido. A influência negativa que Espanha exerce na qualidade de água observada no Guadiana português revela-se sobretudo ao nível da matéria orgânica, contaminação microbiológica, azoto e fósforo. A este facto está indubitavelmente associada a descarga da ETAR de Badajoz, cujo funcionamento é deficiente, e as escorrências dos regadios da bacia espanhola (Chiron, 2000).

O modelo foi utilizado para simular dois anos de características hidrológicas diferentes, tentando perceber-se em que medida a quantidade de água afluente à albufeira influencia a sua qualidade da água. Assim a modelação incidiu sobre um ano de elevadas afluências (1976/77), designado por ano húmido e outro em que as afluências foram reduzidas (1988/89).

Relativamente à simulação efectuada para o ano húmido, os resultados do modelo prevêem que a albufeira de Alqueva exibirá um comportamento típico dos lagos e albufeiras de climas temperados. No início da Primavera tem início um processo de estratificação que atinge o seu máximo no final do Verão,



quando se observa um estrato superior mais quente (epilimnion) e um forte gradiente de temperatura (metalimnion) entre as profundidades 15 e 20 metros. Essa estratificação começa a dissipar-se no final do Verão, sendo praticamente inexistente a partir de Setembro. A temperatura da água, que durante o Inverno ronda os 9°C em toda a albufeira, atinge durante o Verão os 23°C junto à superfície e os 19°C junto ao fundo (Chiron, 2000).

Atendendo à classificação proposta pelo INAG e relativamente ao oxigénio dissolvido a água das camadas superficiais da albufeira é considerada como não poluída, enquanto que a água das camadas mais profundas será classificada como muito poluída, devido à estratificação observada.

Relativamente à carência bioquímica de oxigénio ( $CBO_5$ ) e ao azoto amoniacal ( $NH_4^+$ ), a mesma classificação proposta pelo INAG, considera a água situada junto às zonas de cabeceira poluída, porém, assiste-se à melhoria da qualidade da água no sentido da barragem, sendo considerada sem poluição a cerca de 40 km da barragem. A partir de Abril até ao final do Verão as concentrações de  $CBO_5$  e  $NH_4^+$  são bastante reduzidas, correspondendo a uma água sem poluição, segundo estes parâmetros.

Os valores de concentração de  $NO_3^-$  obtidos na simulação conduzem a que a água da albufeira seja classificada como fracamente poluída, no que diz respeito a este parâmetro. Por outro lado, os resultados obtidos para o  $PO_4^{3-}$  (fosfatos) confirmaram a importância e as consequências que a água proveniente de Espanha tem na qualidade de água da futura albufeira, uma vez que as concentrações estimadas decrescem no sentido da barragem. Relativamente a este parâmetro a água é classificada (com base na classificação proposta pelo INAG) como muito poluída junto à fronteira do Caia, poluída nos troços intermédios da albufeira e sem poluição nas zonas próximas da barragem.

A concentração de biomassa algal no pico primaveril e nas zonas de cabeceira atinge valores superiores a 10 mg/l (cerca de 150  $\mu$ g/l de clorofila-a) o que corresponde, segundo a classificação proposta pelo INAG, a um estado de hiper-eutrofia. Nas zonas intermédias e próximas da barragem as concentrações de biomassa são substancialmente mais baixas, o que ainda corresponde a estados de eutrofização bastante acentuada.

De uma forma geral, constatou-se que a qualidade da água da albufeira no Degebe e Alcarrache é significativamente melhor, contribuindo para isso a melhoria da qualidade da água proveniente destes dois afluentes, comparativamente à qualidade de água proveniente de Badajoz.

Foi analisada a qualidade da água que será turbinada na barragem de Alqueva, assim como a qualidade da água captada na estação elevatória da Álamos, tendo-se concluído que de uma forma geral os parâmetros de qualidade analisados não apresentam concentrações problemáticas. Determinante para este facto é a



melhoria da qualidade da água da albufeira que se faz sentir de montante para jusante ao longo do vale do Guadiana, assim como, no braço da albufeira situado no Degebe.

Os parâmetros mais problemáticos da água turbinada/captada na albufeira de Alqueva são o oxigénio dissolvido nos meses de Verão (devido à estratificação e às tomadas de água se situarem a profundidades consideráveis) e a clorofila-a nos períodos de maior desenvolvimento algal.

Relativamente à simulação efectuada para o ano seco, observou-se uma diminuição substancial das concentrações de poluentes presentes na albufeira. Esta diminuição relativamente ao ano húmido resulta dos caudais muito baixos registados em ano seco que além de causarem a afluência de cargas poluentes reduzidas à albufeira, aumentam, por outro lado, o tempo de retenção nos cursos de água a montante, possibilitando taxas de degradação mais elevadas. Tanto os padrões de distribuição longitudinal dos constituintes modelados como as situações de estratificação térmica e de oxigénio dissolvido foram semelhantes às verificadas para ano húmido.

A análise de sensibilidade permitiu identificar quais os parâmetros do modelo que provocam maiores variações nos resultados fornecidos pelo modelo (biomassa algal, CBO5 e azoto amoniacal). Os resultados da análise de sensibilidade levam a encarar os resultados da modelação com alguma prudência, devendo estes ser considerados como valores com maior probabilidade de ocorrência e apenas indicativos da ordem de grandeza da concentração dos poluentes na futura albufeira de Alqueva.

#### 4.4.1.7. Caracterização do estuário do Sado

Tal como sugerido no parecer da CAIA sobre o EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva, a análise dos recursos hídricos superficiais estendeu-se também ao estuário do Sado, de modo a fundamentar a identificação de possíveis impactes provocados pelo transvase de que trata o presente projecto.

Deste modo, procede-se neste capítulo a uma breve caracterização deste ecossistema. O estuário do Sado possui uma área de aproximadamente 160Km<sup>2</sup> com um comprimento de 20 Km e uma largura média de 8Km. A sua profundidade média é de 8m sendo a máxima cerca de 50m perto da barra.

Do ponto de vista morfológico pode-se dividir o estuário em duas regiões distintas: o estuário propriamente dito e o canal de Alcácer. O estuário apresenta uma topografia complexa, com zonas de baixa profundidade e canais de acentuada curvatura. Perto da barra, bancos de areia individualizam um canal Norte e um canal Sul com características hidrodinâmicas diferentes.



A zona a montante desta região caracteriza-se por um sapal que ocupa cerca de 1/3 da sua área. A região do canal de Alcácer é constituída por um canal longo e estreito, com uma profundidade média de 1m que liga o estuário do rio Sado.

A cidade de Setúbal, com cerca de cem mil habitantes e intensa actividade portuária e industrial, é responsável por uma grande pressão antropogénica sobre o sistema. A margem Sul é caracterizada por dunas despovoadas, possuindo apenas algumas estruturas turísticas próximas da barra. A região a montante é constituída principalmente por áreas florestais e de cultivo. No seu interior a pesca é ainda uma importante actividade económica a par da aquacultura.

Do ponto de vista hidrodinâmico o escoamento é forçado principalmente pela maré. A maré é do tipo semi-diurno com amplitudes que variam de 1,6m em maré viva a 0,6m em maré morta. O caudal do rio apresenta uma forte variabilidade com valores médios diários no Verão inferiores a  $1\text{m}^3/\text{s}$  e valores máximos no Inverno superiores a  $150\text{m}^3/\text{s}$ , sendo o valor médio anual de cerca de  $10\text{m}^3/\text{s}$ . A sua salinidade e velocidade permitem classificar o estuário como fracamente estratificado.

O campo instantâneo de elevações mostra um atraso da maré superior a um metro entre o exterior e as regiões mais afastadas do canal da Marateca. Nos campos de velocidade pode observar-se que o escoamento se dá preferencialmente pelo canal Sul durante a vazante sendo distribuído pelo canal Sul e Norte durante a enchente. Esta característica tem importantes consequências para o transporte na região sendo melhor analisada através dos campos residuais de velocidades.

Perto da embocadura formam-se dois vórtices residuais que ocupam grande parte da região e condicionam o transporte nessa zona. No interior do estuário o padrão é mais complexo. Entre o canal Norte e Sul forma-se um vórtice residual com sentido anticiclónico que evidencia a preferência do escoamento pelo canal Sul durante a vazante.

Desta forma, o transporte para o canal Norte não se efectua preferencialmente por montante, ao invés, as substâncias tendem a percorrer o canal Sul entrando no canal Norte a partir de jusante. Em frente ao canal de Alcácer forma-se um vórtice anticiclónico associado ao vórtice ciclónico no canal da Marateca. Estes vórtices controlam a distribuição do material proveniente do canal sendo este último responsável pela distribuição dos materiais nas zonas de sapal da Marateca.

O tempo de residência médio na região do estuário é de 2 a 3 dias enquanto que na região do canal de Alcácer é da ordem de 1 a 2 meses. Segundo alguns estudos já elaborados sobre o estuário do Sado, as principais características das propriedades transportadas no estuário estão sintetizadas no Quadro 4.4.15.



Quadro 4.4.15 – Principais propriedades transportadas no estuário do Sado

Propriedade	Distribuição	Valor(es)	Referência
Sedimentos	constante	3 mg/l	Cabeçadas, 1993
Temperatura	constante	18° C	-
Salinidade	constante	36 psu	-
Oxigénio	constante	8 mgO/l	Duarte e Henriques, 1991
Zooplâncton	por regiões	0 a 2E-4 mgC/l	Lobo <i>et al.</i> , 1991
Fitoplâncton	por regiões	0,4 a 0,7 mgC/l	Duarte e Henriques, 1991
Nitrito	constante	4,0E-4 mgN/l	Duarte e Henriques, 1991
Nitrato	constante	3,0E-3 mgN/l	Duarte e Henriques, 1991
Amónia	constante	3,5 mgN/l	Duarte e Henriques, 1991
DNRON <sup>1</sup>	constante	0,05 mgN/l	-
DRON <sup>2</sup>	constante	0,05 mgN/l	-
PON <sup>3</sup>	constante	0,01 mgN/l	-

Fonte: EPIA do Subsistema de Rega do Baixo Alentejo (FBO *et al.*, 2001); <sup>1</sup>Azoto orgânico dissolvido não refractário; <sup>2</sup>Azoto orgânico dissolvido refractário; <sup>3</sup>Azoto orgânico particulado.

## 4.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos

### 4.4.2.1. Enquadramento hidrogeológico

A maior parte da área envolvente ao túnel de ligação Loureiro-Alvito, é ocupada por rochas metamórficas e metassedimentares com escassa aptidão aquífera, susceptíveis apenas de assegurar alguns abastecimentos domésticos, ou pequenos regadios. Estas rochas dão origem a aquíferos, em geral livres, descontínuos, de produtividade muito baixa.

Em termos de aptidão hidrogeológica verifica-se que os xistos e grauvaques alternantes são as rochas menos produtivas, seguindo-se as rochas eruptivas ácidas, rochas eruptivas básicas e calcários. As rochas eruptivas básicas e os calcários já são capazes de assegurar caudais significativos.

A região em estudo abrange, de acordo com o Projecto ERHSA (Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo), – o sector pouco produtivo das rochas ígneas e metamórficas da Zona de Ossa Morena (Figura II.11, Volume II), apresentando as formações aquíferas um valor médio de produtividade da ordem dos 2 l/s.

Este sector foi posteriormente subdividido em 10 sub-sectores, enquadrando-se a área em estudo no sub-sector da Formação dos Xistos de Moura, no qual a média da produtividade é um pouco superior – 2,45 l/s





(Figura II.12, Volume II). Contudo em condições consideradas normais a produtividade média da Formação dos Xistos de Moura não excede 1 l/s dia (n ERHSA, 2001), em virtude das características de baixa porosidade e permeabilidade que caracteriza as formações aquíferas.

Sobre o substrato Hercínico desenvolvem-se ainda pequenas unidades aquíferas, dispersas ao longo da ribeira do Loureiro e da ribeira de Oriola, ou seja, em concordância com os limites das principais manchas aluvionares ou nos níveis de cobertura mais espessos onde a cobertura argilosa não é muito significativa.

De acordo com a origem, natureza e composição das principais formações aflorantes podem-se considerar dois meios geológicos susceptíveis de possuírem um comportamento hidrogeológico distinto: o meio fracturado e o meio poroso, correspondendo o meio fracturado às rochas do substrato hercínico e o meio poroso, às manchas aluvionares e a alguns depósitos detríticos que caracterizam a região na parte Sudoeste do traçado do túnel.

As rochas xistentas apresentam geralmente produtividades pouco interessantes ou então um comportamento do tipo aquífugo, em virtude do elevado escoamento superficial que se desenvolve sobre os afloramentos xistentos e da impermeabilidade que estas formações geológicas possuem. O aumento da produtividade destas formações pode surgir em casos muito pontuais associado a um aumento da fracturação e alteração, o qual faz aumentar a permeabilidade dos maciços rochosos, e por conseguinte os valores de produtividade.

Por outro lado, os depósitos aluvionares permitem o desenvolvimento de um meio de escoamento do tipo poroso, susceptível de originar unidades aquíferas do tipo livre nos afloramentos mais espessos e onde a componente argilosa ou silto-argilosa é inferior.

Esta capacidade das formações de cobertura sedimentar em permitir a circulação da água está dependente das variações laterais de espessura e de fácies, ou seja, da maior ou menor profundidade e extensão dos depósitos e da percentagem de material argiloso que a sua composição litológica possui.

Refira-se contudo o reduzido interesse destas formações enquanto unidades aquíferas, sobretudo devido à reduzida espessura dos depósitos.

#### 4.4.2.2. Inventário hidrogeológico

Para a caracterização hidrogeológica da área de influência do projecto foram utilizados os dados constantes na base de dados definida no âmbito do Projecto ERHSA (Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo), fornecidos pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo – CCDR-Alentejo (ex-DRAOT-Alentejo).



Uma vez que na área de intervenção do túnel não ocorrem pontos de água, foram inventariadas na envolvente directa ao túnel (faixa com cerca de 4 Km de extensão para cada um dos lados do túnel), 36 captações de água, das quais:

- 14 nascentes
- 10 poços
- 10 furos
- 2 charcas

Estas captações destinam-se sobretudo a uso doméstico (pequenos consumos particulares), para rega (agricultura) e para a criação de animais (pecuária), constituindo excepção o furo n.º 480U024 (localizado na margem direita da albufeira do Alvito, próximo da localidade de Oriola, a cerca de 2,5 Km do túnel), que é utilizado para abastecimento público e o poço 489U007 (a SE de Reguenginhos), usado como lavadouro (Figura II.13, Volume II).

Das 36 captações de água, apenas 8 possuem informação relativa ao caudal explorado, apresentando valores compreendidos entre 0,40 l/s (Nascente 481U042 – próximo de Monte de Abegoaria) e 4,44 l/s (Furo 489U008 – a SE de Reguenginhos) (Quadro 4.4.16). A média do caudal para estas 8 captações de água (7 furos e uma nascente) corresponde a 1,49 l/s, que é um valor muito reduzido, e que mais uma vez atesta a fraca aptidão aquífera das formações aflorantes na região em estudo.

Quadro 4.4.16 – Caudais dos pontos de água localizados na envolvente do túnel

N.º	Caudal (l/s)	Tipo de captação
480U023	1,10	Furo
480U024	3,20	Furo
480R575	0,56	Furo
481U042	0,40	Nascente
489U008	4,44	Furo
489R336	0,50	Furo
489R338	1,00	Furo
489R339	0,69	Furo

É importante realçar que existem igualmente poucos dados sobre a qualidade das águas subterrâneas extraídas da formação aquífera dos Xistos de Moura. Existem apenas 5 registos de análises químicas (Quadro 4.4.17) que demonstram uma água de boa qualidade para o consumo humano, apresentando reduzidas concentrações de quase todos os iões relativamente ao Valor Máximo Recomendado (V.M.R.)



estabelecido pelo Anexo VI do Decreto Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto (referente à qualidade de água para consumo humano).

Verificam-se no entanto, captações cuja água captada excede os V.M.R. estabelecidos para água de consumo humano, relativamente aos iões sódio, magnésio, sulfato e cloreto (em cerca de 60% das análises químicas para todos os iões referidos previamente), nomeadamente nos furos 489U001 e 489U002 (próximos da albufeira do Alvito, na margem direita e esquerda, respectivamente) e na nascente 480U021 (situada a WSW da povoação de Laranjeiras). Apenas se verifica uma concentração excessiva do ião cloreto no furo 489U002, visto que se considera que a partir de 200 mg/l podem haver riscos para a saúde humana. O ião nitrato apresenta valores superiores ao V.M.R. na nascente 480U021.

Assim, pode-se concluir que a maioria das águas desta região em profundidade são muito mineralizadas, sobretudo em iões  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  e  $Cl^-$ , os quais estão associados à natureza das formações geológicas aflorantes.

A partir destas análises pode-se concluir que a qualidade das águas, aparentemente, melhora para SE, pois as captações 481U004 e 481U034, localizadas na parte SE da área de estudo, registam uma qualidade de água muito boa para consumo humano, uma vez que nenhum dos iões estudados excede os V.M.R.

Quadro 4.4.17 – Características hidroquímicas dos pontos de água; iões principais

N.º	Data*	Tipo	C.E.	pH	Dureza	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sup>2-</sup>
480U021	12 Out. 98	Nascente	631	7,3	317	87	30,5	21,75	2,03	48	328,75	46	35	0
481U004	12 Out. 98	Poço	180	7,0	60	6,25	10	14,25	4,55	18	84,8	18	2,8	0
481U034	19 Out. 98	Nascente	135	6,2	31	1,33	4,75	18,5	0,26	25	54,76	4	3,2	0
489U001	12 Out. 98	Furo	830	7,4	319	73,75	36,25	65,75	2,66	113	326,09	70	6,6	0,01
489U002	12 Out. 98	Furo	1118	7,6	473	96,75	46,5	67,5	1,61	231	310,8	111	12,4	0

Fonte: Projecto ERHSA (CCDR-Alentejo; ex-DRAOT-Alentejo)

Parâmetros físico-químicos: catiões e aniões medidos em mg/l, dureza total em mg/l de CaCO<sub>3</sub> e C. E. (Condutividade Eléctrica) em  $\mu S/cm$

\* Data correspondente à amostragem e à análise

' Apesar de não existir um V.M.A. definido para o ião cloreto considera-se que em concentrações superiores a 200 mg/l existem riscos para a saúde humana

**Legenda:**

■ > V.M.R.

■ > V.M.A.

No Quadro 4.4.18, estão presentes dados químicos relativamente aos metais pesados mais comuns nas águas subterrâneas, donde se pode concluir que, as águas desta região apresentam baixas concentrações em metais pesados, sendo excepção o furo 489U001 (localizado perto de Fonte do Outeiro, na margem



direita da albufeira do Alvito), que apresenta uma elevada concentração em zinco, excedendo deste modo o V.M.R. estabelecido para este ião no Decreto Lei referido anteriormente.

Quadro 4.4.18 – Características hidroquímicas dos pontos de água; metais pesados

N.º	Data*	Tipo	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cr <sup>2+</sup>
480U021	12 Out. 98	Nascente	0,02	-	-	-	0,05	-	-	-
481U004	12 Out. 98	Poço	0,35	-	-	-	0,07	-	-	-
481U034	19 Out. 98	Nascente	0,02	0,002	0,01	0,01	0,06	0,08	0	0,01
489U001	12 Out. 98	Furo	0,04	0,004	0,19	0,01	0,03	1,27	0	0,01
489U002	12 Out. 98	Furo	0,04	-	-	-	0,06	-	-	-

Fonte: Projecto ERHSA – CCDR-Alentejo (ex-DRAOT-Alentejo)  
Parâmetros físico-químicos: catiões e aniões medidos em µg/l

**Legenda:**

■ > V.M.R.

De acordo com os resultados das análises químicas, a fácies aniónica dominante, de acordo com o diagrama de Piper é a bicarbonatada e as fácies catiónicas são predominantemente mistas, como se pode observar a partir do Quadro 4.4.19.

No que diz respeito à qualidade de água para rega, verifica-se que, e de acordo com a Norma de Riverside do U.S. Salinity Laboratory Staff (USSLS), as águas desta região são dos tipos 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>, as quais representam um risco de salinização baixo e um perigo de alcalinização que varia de baixo a alto. A partir destes dados pode-se constatar que as águas desta região aumentam o risco de salinização à medida que se caminha de NE para SW.

Quadro 4.4.19 – Fácies química e tipo de água para rega dos pontos de água

N.º	Tipo	Fácies	USSLS
480U021	Nascente	Bic Ca	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
481U004	Poço	Bic Mg-Na	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
481U034	Nascente	Bic Na	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
489U001	Furo	Bic Ca-Mg	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
489U002	Furo	Cl-Bic Ca-Mg	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>



#### 4.4.2.3. Vulnerabilidade à poluição

Verifica-se uma vulnerabilidade à poluição pouco significativa para toda a região em estudo, facto que se atribui à escassa aptidão aquífera e à baixa produtividade de praticamente todas as formações aflorantes.

No entanto, verifica-se um aumento da vulnerabilidade à poluição, quando os maciços rochosos se encontram mais fracturados e/ou alterados. A mesma situação ocorre quando existe uma melhoria da permeabilidade nas formações e nos depósitos aluvionares e de vertente onde a porosidade elevada facilita a percolação de fluidos.

De acordo com o PDM de Viana do Alentejo e Portel, bem como pelos dados disponibilizados pela CCDR-Alentejo (ex-DRAOT Alentejo - [www.drarn-a.pt](http://www.drarn-a.pt)), a poluição das águas subterrâneas poderá ser devida a actividades pecuárias, visto localizarem-se algumas suiniculturas e boviniculturas na envolvente da área de intervenção. Contudo, e apesar de serem potenciais agentes de contaminação, o facto de possuírem dimensão reduzida não dará provavelmente origem a alterações expressivas na qualidade da água subterrânea.

Estas fontes de poluição localizam-se na envolvente das albufeiras do Loureiro e do Alvito: 2 suiniculturas a Norte da albufeira do Loureiro e uma outra numa das encostas da margem esquerda da ribeira do Loureiro, e também 2 boviniculturas (uma a NNW da albufeira do Alvito e outra a SSE da mesma albufeira) e, finalmente, 2 suiniculturas próximas da albufeira do Alvito (uma a N e outra a SE).

Algumas destas actividades pecuárias (suinicultura e bovinicultura) possuem um tipo de tratamento dos efluentes líquidos produzidos pelas mesmas, o qual se baseia num sistema de retenção, outras (a grande maioria), no entanto, não apresentam qualquer tipo de tratamento aos efluentes que produzem. Contudo mesmo que se verifique o despejo de efluentes líquidos, transportados ao longo das linhas de água, o comportamento impermeável das formações rochosas não favorece a infiltração, bem como a circulação de substâncias poluentes até grande profundidade.

No que diz respeito às aluviões, como estas definem um meio poroso, facilitam a infiltração de efluentes líquidos e consequentemente nestes depósitos nota-se um aumento de vulnerabilidade à poluição, todavia devido à sua pequena expressão e espessura, e também ao facto de assentarem sobre o substrato Hercínico não deixarão de ser contaminações muito localizadas e consequentemente pouco significativas.



### 4.4.3. Síntese

#### Recursos Hídricos Superficiais

O túnel de ligação em análise tem a sua origem na albufeira do Loureiro, localizada na ribeira do Loureiro, integrada na bacia hidrográfica do Guadiana. Com uma área de 14 km<sup>2</sup> sobre a vertente Norte da Serra de Portel, a bacia hidrográfica da ribeira do Loureiro confina a Sul com o limite da bacia hidrográfica do rio Sado. A Serra de Portel segura por isso as bacias do rio Guadiana e do rio Sado, e constitui um limite físico entre a Região do Alentejo Central e a do Baixo Alentejo.

Estudaram-se as bacias hidrográficas definidas pelas barragens dadora e receptora, principalmente as albufeiras pertencentes à bacia hidrográfica do Sado, com base no estudo efectuado para o Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo, para as quais se avaliaram as disponibilidades hídricas.

A capacidade total de armazenamento de água na área de intervenção do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado é de 702hm<sup>3</sup>, dos quais cerca de 646hm<sup>3</sup> se distribuem por 8 albufeiras de grande dimensão, nas quais se incluem a do Alvito, a de Odivelas, a do Roxo e a de Vale do Gaio que serão directamente afectadas pelo empreendimento em estudo.

As utilizações da água identificadas como mais relevantes são a0 relativas ao abastecimento público, ao uso industrial e ao uso agrícola. Em termos de fontes de poluição na região afectada pelo projecto, as principais devem-se à concentração de suiniculturas, a par com boviniculturas, atingindo maior expressão nas sub-bacias do rio Xarrama, a montante da Albufeira de Vale do Gaio, e na bacia da Rib.<sup>a</sup> da Figueira. Verifica-se que as cargas poluentes estimadas de origem urbana, rejeitadas no meio hídrico, são significativamente inferiores às de origem industrial.

A qualidade da água na generalidade das albufeiras analisadas, segundo os dados da rede de estações de monitorização, apresenta indicadores de água poluída ou muito poluída (classes C e D do INAG). Face ao Decreto-Lei nº. 236/98, os valores registados apresentam-se dentro da categoria A3, para águas doce superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, exigindo tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Em relação aos outros dois usos analisados, observa-se que, em geral, a qualidade das água é compatível com o uso para rega e fins piscícolas, existindo apenas alguns casos, como nas estações das albufeiras do Roxo e de Vale do Gaio, em que alguns parâmetros não permitem o uso para fins piscícolas. A descarga de diversos efluentes industriais e agro-pecuários está na origem dos baixos padrões de qualidade da água na região.



As análises mais recentes da qualidade da água registada na Albufeira de Alqueva permite classificá-la como extremamente poluída (Classe E da classificação do INAG), excedendo alguns Valores Máximos Recomendados para utilizações em rega e piscicultura, nomeadamente quanto ao parâmetro coliformes fecais e nitritos. Estes resultados devem, no entanto, ser interpretados com as devidas ressalvas já que o período de monitorização da albufeira de Alqueva é ainda muito recente para permitir retirar conclusões sobre os valores da qualidade da água. De facto, a fase de enchimento da albufeira de Alqueva, que decorre actualmente, é responsável por uma distorção considerável dos valores da qualidade da água.

A modelação da qualidade da água na albufeira do Alvito confirmam o seu carácter poluído. Os valores referentes aos fluxos de nutrientes revelaram-se directamente dependentes da precipitação e consequentemente do volume de água armazenado. Os resultados obtidos em modelações também mostram a existência de concentrações baixas de oxigénio dissolvido próximo do fundo no período estival (principalmente) coincidindo com concentrações relativamente elevadas de matéria orgânica.

A modelação da qualidade da água na Albufeira de Alqueva, realizada em trabalhos anteriores como no Plano de Ordenamento das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão (Chiron, 2000), indica que de uma forma geral os parâmetros de qualidade analisados não apresentam concentrações problemáticas. Determinante para este facto é a melhoria da qualidade da água da albufeira que se faz sentir de montante para jusante ao longo do vale do Guadiana, assim como, no braço da albufeira situado no Degebe. Os parâmetros mais críticos da água turbinada/captada na albufeira de Alqueva são o oxigénio dissolvido nos meses de Verão (devido à estratificação e às tomadas de água se situarem a profundidades consideráveis) e a clorofila-a nos períodos de maior desenvolvimento algal.

O estuário do Sado, também caracterizado tendo em vista os potenciais impactes dos transvases entre as bacias do Guadiana e do Sado, possui uma área de aproximadamente 160Km<sup>2</sup>, podendo dividir-se em duas regiões de características distintas: o estuário propriamente dito e o canal de Alcácer. Do ponto de vista hidrodinâmico o escoamento é forçado principalmente pela maré. A maré é do tipo semi-diurno com amplitudes que variam de 1,6m em maré viva a 0,6m em maré morta. O caudal do rio apresenta uma forte variabilidade com valores médios diários no Verão inferiores a 1m<sup>3</sup>/s e valores máximos no Inverno superiores a 150m<sup>3</sup>/s. O tempo de residência médio na região do estuário é da ordem de 2 a 3 dias enquanto que na região do canal de Alcácer é da ordem de 1 a 2 meses.

### **Recursos Hídricos Subterrâneos**

A região em estudo abrange o sector pouco produtivo das rochas ígneas e metamórficas da Zona de Ossa Morena, mais precisamente o sub-sector da Formação dos Xistos de Moura, caracterizado por produtividades máximas da ordem dos 2,45 l/s. Assim, a baixa produtividade verificada é reflexo da



escassa aptidão aquífera que caracteriza a maior parte das formações aflorantes na área envolvente ao túnel de ligação Loureiro-Alvito, nomeadamente rochas metamórficas e metassedimentares, as quais possuem baixa porosidade e permeabilidade. O aumento da produtividade destas formações pode surgir em casos muito pontuais associado a um aumento da fracturação e alteração, o qual incrementa a permeabilidade dos maciços rochosos, e por conseguinte os valores de produtividade.

Em termos de qualidade de água as águas extraídas desta região demonstram uma água de boa qualidade para o consumo humano, apresentando reduzidas concentrações de quase todos os iões relativamente ao Valor Máximo Recomendado (V.M.R.) estabelecido pelo Anexo VI do Decreto Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. Verifica-se uma vulnerabilidade à poluição pouco significativa para toda a região em estudo, facto que se atribui à escassa aptidão aquífera e à baixa produtividade de praticamente todas as formações aflorantes. No entanto, verifica-se um aumento da vulnerabilidade à poluição, quando os maciços rochosos se encontram mais fracturados e/ou alterados.

#### **4.4.4. Evolução da situação de referência sem projecto**

O projecto em análise resulta de uma estratégia de desenvolvimento para o Alentejo que tem como um dos principais objectivos a dinamização do sector agrícola. Com efeito, a entrada em funcionamento do túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, irá implicar várias alterações ao nível dos recursos hídricos da bacia do Sado, embora os impactes mais importantes sejam mitigados pelos dispositivos de segregação de águas. A não implementação do projecto levaria à manutenção da situação actual na bacia hidrográfica do Sado, mas não impedirá a alteração que se irá processar na bacia hidrográfica do Guadiana, quando entrar em pleno funcionamento a barragem de Alqueva, principal agente modificador de todo este sistema de recursos hídricos.

Em relação à qualidade da água, a sua evolução sem o projecto é de difícil previsão dadas as alterações que a barragem do Alqueva introduzirá no rio Guadiana e no rio Degebe. No entanto, observando os dados históricos que caracterizam as estações potencialmente afectadas pela implantação do túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, como sejam as albufeiras da bacia hidrográfica do Sado (Alvito, Vale do Gaio, Roxo), pode afirmar-se que a qualidade da água nestas linhas de água tem sofrido uma degradação progressiva. Se não forem tomadas medidas de protecção dos recursos hídricos, como o correcto tratamento dos efluentes, esta tendência poderá vir a acentuar-se.

Ao nível dos recursos hídricos subterrâneos não são esperados impactes significativos caso se mantenha a situação actual.





## 4.5. Qualidade do Ambiente

### 4.5.1. Introdução

Pretende-se, nesta fase do estudo, proceder à caracterização da qualidade do ambiente da região e do local de implantação do túnel de ligação entre a albufeira do Loureiro e a do Alvito. Esta caracterização tem como objectivo identificar eventuais pontos críticos que deverão ser tidos em conta na construção da infra-estrutura e implantação do projecto de execução.

A compreensão do meio a intervir contribuirá definitivamente para uma maior facilidade na concretização do empreendimento, reduzindo custos e garantindo o melhor enquadramento ambiental. Deste modo, analisam-se neste capítulo os aspectos relativos à qualidade do ar, ao ambiente sonoro e à produção de resíduos.

### 4.5.2. Qualidade do ar

#### 4.5.2.1. Introdução e metodologia

Existe, a nível nacional, uma rede de monitorização da qualidade do ar da responsabilidade do Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território, e algumas redes de monitorização particulares. Estas redes não abrangem, no entanto, todo o território nacional, restringindo-se, actualmente aos locais de maior ocupação de fontes poluentes. As redes de medição de qualidade do ar existentes não possuem postos de medição na área de estudo, incidindo principalmente, no caso da Rede Nacional de Medição da Qualidade do Ar e das redes locais, nos principais centros urbanos e industriais, geridos quer no âmbito das respectivas Comissões de Gestão do Ar, quer sob a responsabilidade do Instituto de Meteorologia.

Neste contexto, a área de estudo localiza-se entre as estações da região de Lisboa e a estação pertencente à rede Nacional situada em Sines, ambas no litoral, não se considerando viável qualquer extrapolação dos dados aí registados, dado que traduzem condições do meio bem diferentes da área de estudo.

Para a área em estudo, não existem resultados de nenhuma estação de monitorização que possam ser utilizados para a análise da qualidade do ar. Assim, face à insuficiência de dados, a análise efectuada a este descritor consistiu numa análise pericial baseada em visitas de campo e num levantamento das principais fontes de emissão de poluentes na envolvente ao local do projecto.



Para complementar esta caracterização foi também tida em conta a campanha de monitorização de poluentes atmosféricos efectuada a nível nacional por DCEA (FCT/UNL) e DGA (2001).

#### 4.5.2.2. Fontes poluentes

Na área de intervenção, a principal fonte poluidora do ar é o tráfego rodoviário verificado no IP2 e nas rodovias circundantes. O volume de tráfego registado e a morfologia da zona (dominada por vales abertos), contribuem para que o poder poluente das rodovias seja mínimo e rapidamente diluído pela acção do vento.

Este tipo de fonte emissora provoca essencialmente um aumento da concentração de poluentes como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) e hidrocarbonetos (HC).

Muitas destas emissões, ao serem lançadas na atmosfera, tomam parte em reacções químicas influenciadas pela luz solar, dando origem a poluentes secundários, os quais têm efeitos diferentes e em alguns casos mais severos que os dos poluentes iniciais.

No Quadro 4.5.1 é apresentado um resumo da informação inerente aos principais poluentes atmosféricos gerados pelo tráfego rodoviário.

Tendo em conta a rede viária e o diminuto volume de tráfego existente, bem como as velocidades de circulação dos veículos, não se prevê qualquer tipo de risco em termos de saúde pública na envolvente ao local de implantação do projecto e povoações mais próximas, tanto mais que o regime de ventos e morfologia do terreno, contribuem para que a emissão de poluentes seja mínima e rapidamente diluída pela acção do vento.

#### 4.5.2.3. Caracterização da qualidade do ar

Durante o reconhecimento de campo efectuado, não foram detectadas quaisquer fontes poluidoras do ar consideradas importantes, ou capazes de afectar a qualidade do ar de forma significativa, pelo que se considera que a qualidade do ar na área de estudo se classifica como boa a muito boa.

Num contexto geral, e embora não tenham sido determinados os valores de concentração de poluentes atmosféricos, pode afirmar-se que os padrões de qualidade do ar na região encontram-se abaixo dos limites aceitáveis, correspondendo aos de uma zona rural pouco poluída. Nas zonas de circulação rodoviária os valores dos poluentes atmosféricos podem ser ligeiramente superiores, embora dentro dos limites regulamentares.



Quadro 4.5.1 – Principais poluentes atmosféricos gerados pelo tráfego rodoviário

Poluente	Observação
Monóxido de Carbono (CO)	A emissão deste poluente para a atmosfera provém, no nosso país, na quase totalidade dos motores dos veículos rodoviários. Este componente é rapidamente absorvido pelo sangue, reduzindo a capacidade de transporte de oxigénio por parte das hemácias. É um composto relativamente estável que toma parte, lentamente, nas reacções atmosféricas. Contribui indirectamente para o efeito de estufa por reduzir os níveis de radicais hidroxil na atmosfera, provocando assim uma mais lenta destruição do metano o qual é um gás causador do efeito de estufa.
Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> )	O tráfego rodoviário é responsável por uma parte significativa da produção de NO <sub>x</sub> , sendo a maioria produzida sob a forma de NO. No ar, este composto é oxidado formando o dióxido de nitrogénio (NO <sub>2</sub> ), o qual se apresenta como mais tóxico afectando o sistema respiratório. O NO <sub>x</sub> é um composto relevante na química atmosférica, contribuindo para a formação do nevoeiro fotoquímico e deposição ácida. Alguns dos produtos gerados nas reacções envolvendo NO <sub>x</sub> são poderosos gases provocadores do efeito de estufa.
Hidrocarbonetos (HC)	Também as emissões destes compostos devem uma parcela significativa ao tráfego rodoviário. O termo hidrocarbonetos é usado para definir todos os compostos orgânicos emitidos, contando-se várias centenas de compostos dentro desta classificação. Alguns destes compostos são tóxicos ou cancerígenos como são o caso do benzeno e 1,3 butadieno. A sua reactividade varia bastante, não obstante sejam considerados como importantes precursores do nevoeiro fotoquímico. É de destacar que as emissões de HC variam bastante com a composição do combustível pelo que alterações na especificação do combustível podem alterar significativamente os seus efeitos.
Matéria particulada	Os fumos negros são produzidos em grandes quantidades pelos veículos rodoviários, em especial pelos alimentados a gasóleo. Estes compostos têm um alto poder de rejeição por parte das pessoas, podendo em muito altas concentrações causar cancro pulmonar.
Chumbo (Pb)	Os veículos rodoviários podem emitir compostos de chumbo sob a forma de finas partículas, caso sejam alimentados a gasolina. É de notar que o chumbo é tóxico, sendo limitada por lei a sua concentração no ar. Tem-se verificado um decrescer progressivo dos teores de chumbo na gasolina, sendo a actual produção de motores movidos a gasolina orientada, neste momento, para uma alimentação a gasolina "sem chumbo".
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Uma parte significativa do CO <sub>2</sub> é proveniente do tráfego rodoviário, sendo este composto considerado como um dos mais inofensivos dos principais gases provocadores do efeito de estufa, mas ao mesmo tempo o principal contribuidor para o volume total deste tipo de gases na atmosfera.

Fonte: Design Manual for Roads and Bridges – Vol. 11 – Environmental Assessment.

A confirmar o exposto anteriormente, apresentam-se apenas os dados disponíveis relativamente à campanha de carácter pontual realizada em 2000 a nível nacional pelo DCEA-FCT/UNL e DGA (2001), a qual constitui uma avaliação preliminar da qualidade do ar no âmbito da aplicação do Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho. Os poluentes medidos foram o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) tendo sido utilizados para o efeito tubos de difusão *standard* Radiello. Os resultados obtidos para a região em estudo estão expressos nos Quadro 4.5.2.



Quadro 4.5.2 – Valores de NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> na campanha de monitorização DCEA-FCT/UNL e DGA

Nº Tubo	29T	UTM	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
			1ªcampanha / 2ªcampanha	
183	598659	4254589	4,1 / 1,6	2,5 / <1,3
184	598882	4234566	3,5 / 1,6	2,7 / <1,3
185	638734	4255238	2,3 / 2,2	<1.3 / <1.3

Fonte: DCEA-FCT/UNL e DGA (2001); campanhas realizada durante 7 dias consecutivos, entre 17 e 31/07/00

De um modo geral, as concentrações obtidas são baixas, ficando muito aquém dos valores-limite previstos na legislação para estes poluentes (Directiva 1999/30/CE, a transpor para direito interno), embora a comparação não possa ser feita directamente, devido ao período considerado ser diferente (período de exposição de 7 dias para o método utilizado contra períodos horários, diários e anuais da legislação).

A legislação vigente nesta matéria consta da Portaria n.º 286/93 de 12 de Março e n.º 623/96 de 31 de Outubro que promovem com base no disposto no Decreto-Lei n.º 352/90, a transposição para a ordem interna das directivas relativas aos Valores Limite e Valores Guia para os poluentes atmosféricos, que constituem indicadores da qualidade do ar ambiente. Mais recentemente foram estabelecidos novos valores limite na Directiva 2000/69/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Novembro. Os valores legais nacionais e comunitários, segundo os diplomas citados, apresentam-se no Quadro 4.5.3.

Quadro 4.5.3 – Valores Guia e Valores Limite da legislação nacional e comunitária

Poluente	Legislação Nacional		Legislação Comunitária
	Valor Guia (µg/m <sup>3</sup> )	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )
CO	1000 (24h)	40000 (exposição 1hora) 10000(exp. 8horas)	10000 (média máxima diária de 8 horas)
NO <sub>2</sub>	50 (P50*) 135 (P98*)	200 (P98*)	200 (1hora) 40 (ano)
SO <sub>2</sub>	40 a 60 (média anual) 100 a 150 (média diário)	100 (média anual) 250 (P98*)	350 (1hora) 125 (24horas)
Partículas em suspensão		150 (média anual) 300 (P95*)	50 (24 horas) 40 (ano)
Pb		2 (ano)	0,5 (ano)

\*Percentil 95 (P95) - calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante um ano;

Percentil 50 e 98(P50 e P98) – calculado a partir dos valores médios horários ou de períodos inferiores a uma hora, obtidos durante um ano



Segundo conclusões do referido estudo os valores mais elevados do dióxido de enxofre e do dióxido de azoto verificaram-se, respectivamente, nas áreas industriais e nas áreas urbanas onde o tráfego automóvel é mais intenso. Deste modo, os baixos valores destes poluentes registados durante a campanha de qualidade do ar na zona do Alentejo em estudo derivam, sobretudo, da pouca expressão daquelas fontes de poluição do ar.

### **4.5.3. Ambiente sonoro e níveis de ruído**

#### **4.5.3.1. Introdução e enquadramento legal**

A poluição sonora constitui, actualmente, um dos principais factores de degradação da qualidade de vida e do bem-estar das populações, originando, por vezes, situações de conflitualidade social. Esta degradação é traduzida não só pelo decréscimo do conforto acústico mas também pelos efeitos a nível da saúde, com o potencial aparecimento de problemas auditivos (desde a fadiga até ao trauma), psíquicos (stress e irritabilidade), fisiológicos (perturbação do sono) e efeitos negativos no trabalho (afecção da capacidade de concentração).

O nível sonoro de referência de um determinado local pode ser definido como o ruído ambiente aí existente antes da introdução de uma nova perturbação acústica temporária ou permanente (“ruído inicial” segundo definição da NP 1730).

Para a caracterização da situação de referência do ambiente sonoro foi analisada a mais recente normalização aplicável, nomeadamente o Regime Legal sobre Poluição Sonora (RLPS – Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de Novembro) e a Norma Portuguesa NP 1730.

Este diploma legal pretende responder ao problema da poluição sonora, tendo como principal objectivo a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações. É sustentado por um conjunto de princípios orientadores que importa referir, no sentido de compreender o espírito subjacente à elaboração deste regulamento. De entre estes pontos orientadores, destacam-se a articulação com a restante disciplina jurídica, nomeadamente a urbanística, e o reforço do princípio da actuação preventiva.

As principais alterações recentemente introduzidas ao Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro, pelo Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de Novembro, incluem: a licença especial de ruído, no âmbito das actividades ruidosas temporárias, que passa a ser atribuída pela câmara municipal; em matéria de



fiscalização e de processamento e aplicação de coimas os municípios passam também a ter um papel mais relevante, nomeadamente em matéria de ruído de vizinhança.

Em função do principal objectivo deste regulamento (salvaguarda da saúde e bem-estar das populações), em termos de planeamento territorial, foi definida a classificação “zonas sensíveis” e “zonas mistas”, bem como os respectivos limites de exposição apresentados no quadro abaixo (ponto n.º3 do artigo 4º do RLPS). Este zonamento é da competência da câmaras municipais, através dos instrumentos de planeamento, devendo a edilidade garantir o cumprimento dos valores limite de exposição sonora definidos na lei conforme a classificação adoptada.

Quadro 4.5.4 – Limites de exposição sonora segundo o RLPS

Zonas Sensíveis	Zonas Mistas
<i>Áreas vocacionadas para usos <b>habitacionais</b>, existentes ou previstos, bem como <b>escolas, hospitais, espaços de recreio e lazer</b> e outros equipamentos colectivos prioritariamente utilizados pelas populações como locais de recolhimento, existentes ou a instalar.</i>	<i>Zonas existentes ou previstas em instrumentos de planeamento territorial eficazes, cuja <b>ocupação seja afectada a outras utilizações</b>, para além das referidas na definição de zonas sensíveis, nomeadamente a comércio e serviços.</i>
Limites de Exposição	Limites de Exposição
LAeq ≤ 55 dB(A) entre as 7 horas e as 22 horas LAeq ≤ 45 dB(A) entre as 22 horas e as 7 horas	LAeq ≤ 65 dB(A) entre as 7 horas e as 22 horas LAeq ≤ 55 dB(A) entre as 22 horas e as 7 horas

Fonte: Decreto-Lei n.º292/2000 de 14 de Novembro (ponto 2, art.º 3º e ponto 3, art.º 4º)

O RLPS introduz novas regras na avaliação de incomodidade provocada por actividades ruidosas permanentes e no licenciamento e autorização de actividades ruidosas temporárias, bem como a necessidade de controlos preventivos.

Como critério de incomodidade para actividades ruidosas permanentes tem-se de acordo com a nova legislação (consideradas as correcções indicadas no anexo I do referido diploma) (ponto 3 do artigo 8º):

- LAeq (r.a.p.<sup>3</sup>) - LAeq (r.r.<sup>4</sup>) ≤ 5 dB(A) no período diurno;
- LAeq (r.a.p.) - LAeq (r.r.) ≤ 3 dB(A) no período nocturno.

<sup>3</sup> r.a.p.- ruído da actividade permanente.

<sup>4</sup> r.r.- ruído residual.



### 4.5.3.2. Identificação das Fontes de Poluição Sonora

A caracterização da situação de referência para este descritor baseou-se na identificação das principais fontes sonoras relevantes (tráfego rodoviário/ferroviário/aéreo, indústria, campos de tiro, etc.) e a ocupação sensível (habitações, escolas, hospitais e espaços de recreio e lazer utilizados pelas populações como locais de recolhimento).

O local de implantação do projecto insere-se numa zona rural com forte cariz agrícola e sem grande crescimento demográfico. A área situada entre a albufeira do Loureiro e a albufeira do Alvito é dominada por uma zona natural sem ocupação sensível (habitações, escolas, hospitais e espaços de recreio e lazer).

A principal fonte sonora consiste na EN384, estrada que será atravessada pelo traçado do túnel, sendo o ruído produzido pela circulação automóvel. Para além desta, não foram identificadas na área envolvente outras fontes emissoras consideradas preocupantes.

Face à caracterização das fontes sonoras existentes, pode considerar-se, de uma forma geral, que na zona de implementação do projecto os valores legais mais exigentes (zonas sensíveis – 55 dB(A)) devem ser respeitados na maior parte do período diurno, salvo nos períodos de tráfego mais intenso na EN384, embora não sendo previsível a violação do limite dos 65 dB(A) (zonas mistas). No período nocturno os níveis sonoros a esperar serão inferiores, devido à diminuição do tráfego circulante, sendo expectável que se situem abaixo do limite para zonas sensíveis (45 dB(A)).

Os níveis de ruído que se fazem sentir são baixos, de reduzido significado em termos de incomodidade para as populações, nomeadamente de Monte do Trigo, de Portel e de Oriola. Este facto deve-se às características da zona, dominada por extensas áreas de montado que apresenta uma pressão humana reduzida.

## 4.5.4. Produção e gestão de resíduos

### 4.5.4.1. Introdução

A análise deste descritor incide sobre a gestão dos resíduos e das águas residuais produzidas na zona de intervenção.

A legislação em vigor, corresponde à Lei Quadro sobre a Gestão dos Resíduos ficou definida pelo Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, revogando o Decreto-Lei n.º 310/95 de 20 de Novembro, o qual transpôs



para a legislação nacional as Directivas n.º 91/156/CEE, de 18 de Março e n.º 91/689/CEE, de 12 de Dezembro.

A referida Lei Quadro engloba uma série de diplomas legais publicados, que garantem a aplicação da referida Lei a vários níveis, como por exemplo na classificação de resíduos (Decisão da Comissão n.º2001/118/CE, de 16 de Janeiro de 2001), na autorização prévia de operações de gestão de resíduos (Portaria n.º 961/98, de 10 de Novembro), etc.

Conjuntamente com os diplomas legais referidos, foram publicados outros com o objectivo de efectuar uma melhor integração da Lei Quadro, no que se refere à gestão de óleos usados (Decreto-Lei n.º 88/91, de 23 de Fevereiro e Portaria n.º 240/92, de 25 de Março) e às regras de transporte de resíduos (Portaria n.º 335/97, de 16 de Maio).

A análise deste descritor incide assim sobre a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), bem como sobre a gestão das águas residuais produzidas na zona de intervenção em particular, e no concelho de Portel em geral. Será efectuada uma breve descrição do sistema de recolha e tratamento dos RSU e do tratamento de efluentes líquidos tendo em conta a informação existente no Plano Director Municipal (PDM) de Portel e os dados disponibilizados pela Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Alentejo e pela Associação de Municípios do Alentejo Central (AMCAL).

#### 4.5.4.2. Resíduos sólidos urbanos e industriais

Segundo o PDM de Portel (2001) são objecto de regulamentação específica além da estabelecida, no âmbito do PDM, as suiniculturas, as pecuárias, os parques ou depósitos de sucata, de resíduos, de lixos e vazadouros, ETAR e aterros sanitários (n.º 5 do artigo 49º do PDM).

Por sua vez, aos resíduos industriais aplicam-se as disposições do Decreto-Lei n.º 321/99, de 11 de Agosto, do Decreto-Lei n.º 516/99, de 2 de Dezembro, e da Portaria n.º 792/98, de 22 de Setembro.

Actualmente, as populações são servidas através de um sistema recolha de resíduos sólidos com uma logística adequada e normalizada. A Associação de Municípios do Alentejo Central (AMCAL) é uma associação de Municípios situada no centro do Alentejo que engloba os concelhos de Cuba, Alvito, Vidigueira, Portel e Viana do Alentejo, com 21 freguesias, 1740 km<sup>2</sup> e 27 000 habitantes.

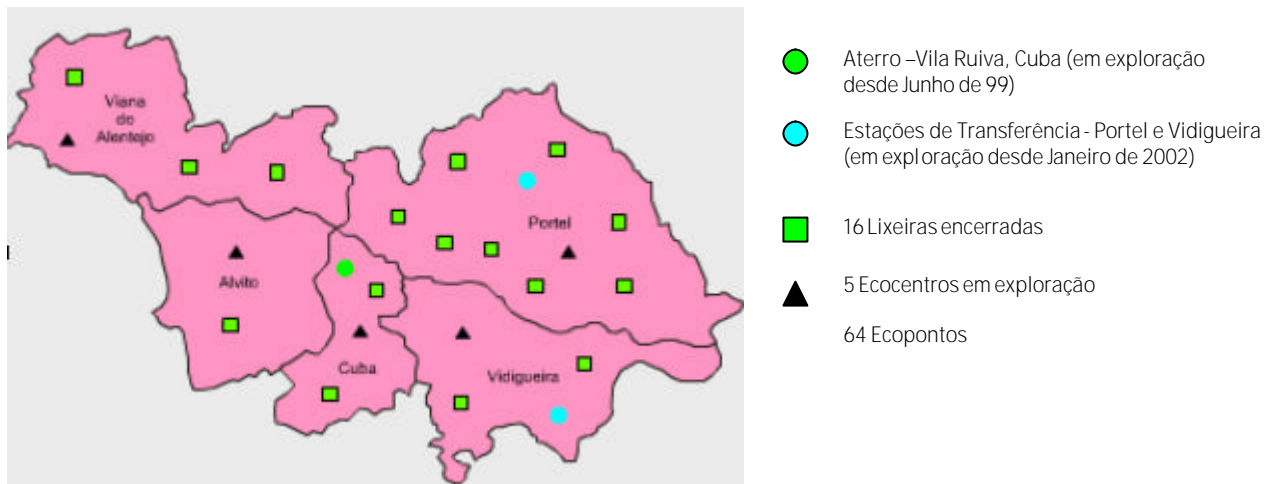
A partir de Junho de 1999, os resíduos sólidos dos cinco municípios associados são tratados num Aterro Sanitário Intermunicipal, localizado no concelho de Cuba, com obras iniciadas no 2º semestre de 1997. Com a entrada em funcionamento do Aterro Sanitário Intermunicipal, foram seladas as antigas lixeiras, a partir de estudos paisagísticos e de protecção sanitária e ambiental.





Anexa ao Aterro Sanitário existe uma Estação de Tratamento de Águas Residuais, capaz de tratar as águas lixiviantes produzidas na decomposição dos resíduos. Outras estruturas que arrancaram entretanto foram as duas estações de transferência, em Portel e Vidigueira, com o intuito de diminuir os custos inerentes ao transporte dos resíduos destes concelhos até ao Aterro.

O sistema de gestão e recolha de resíduos sólidos urbanos da AMCAL está esquematizado na Figura 4.5.1.



Fonte: AMCAL

Figura 4.5.1 - Sistema de Gestão de RSU da AMCAL

A recolha selectiva e a valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos traduz-se fundamentalmente na reciclagem de determinadas fileiras (papel e cartão, vidro, plásticos, pilhas e outros). Essencial para que isso ocorra é a participação activa e a forte adesão dos cidadãos. Assim, ciclicamente, é lançada nos *media* e à porta de cada município uma campanha de informação destinada aos habitantes dos cinco concelhos para a correcta sensibilização dos mesmos no que diz respeito à reciclagem e suas vantagens para o ambiente.

De igual modo, com a introdução da recolha selectiva na área da AMCAL, foram adquiridos Ecopontos para a correcta deposição dos materiais, evitando-se assim o seu envio inútil para aterro. Iguamente estão projectados Ecocentros, um para cada sede de concelho, destinados às fileiras tradicionais e outros fluxos específicos como resíduos de construção, demolição, electrodomésticos e outros. No Ecocentros estes resíduos deverão ser depositados em contentores específicos, pelos utilizadores que poderão ser particulares ou PME comerciais, industriais ou de serviços.

No que se refere à tipologia dos resíduos geridos neste circuito pensa-se que de acordo com as actividades existentes no concelho de Portel, os resíduos predominantes são os RSU e os provenientes da



agricultura, apresentando-se a sua provável classificação, segundo a Lista Europeia de Resíduos - LER definida pela Decisão da Comissão 2001/118/CE, de 16 de Janeiro no Quadro 4.5.5.

Quadro 4.5.5 – Tipologia dos resíduos segundo a Lista Europeia de Resíduos

Código LER	Designação
20	Resíduos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços) incluindo as fracções recolhidas selectivamente
02 01	Resíduos da agricultura, horticultura, aquacultura, silvicultura, caça e pesca
02 01 04	Resíduos de plástico (excluindo embalagens)
02 01 06	Fezes, urina e estrume de animais (incluindo palha suja), efluentes recolhidos separadamente e tratados noutra local
02 01 07	Resíduos silvícolas
02 01 09	Resíduos agro-químicos
<b>Resíduos Perigosos</b>	
02 01 08	Resíduos agro-químicos contendo substâncias perigosas
07 04	Resíduos do fabrico, formulação, distribuição e utilização de produtos orgânicos de protecção das plantas, agentes de protecção da madeira e outros biocidas
13 02	Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados
20 01 19	Pesticidas

Actualmente, os entulhos e terras sobrantes das obras realizadas no concelho de Portel, segundo informações obtidas junto da Câmara Municipal de Portel, são depositados na Pedreira da Furna, localizada perto da vila. Este será o destino preferencial das terras excedentárias da obra. Pelos contactos estabelecidos com a autarquia e pelo conhecimento do terreno não foram detectados outros destinos adequados para os materiais excedentes da obra nas proximidades da obra.

#### 4.5.4.3. Efluentes líquidos

O concelho de Portel possui uma rede pública de esgotos em que cada freguesia possui a sua própria estrutura de esgotos devido ao facto das distâncias entre as freguesias não possibilitar economicamente o desenvolvimento de um sistema que ligue em rede os conjuntos populacionais.

Segundo os dados fornecidos pela Direcção Regional do Ambiente e do Ordenamento do Território do Alentejo, no concelho de Portel, apenas na freguesia de Portel a ETAR está em pleno funcionamento. Na freguesia de Monte de Trigo existe uma ETAR em fase de arranque e as freguesias de Alqueva, Amieira,



Oriola, Santana, são Bartolomeu do Outeiro e Vera Cruz não possuem ainda sistema de tratamento de águas residuais, estando as respectivas ETAR em fase de projecto.

Os principais problemas em termos de efluentes dizem respeito ao controlo e tratamento das descargas de unidades industriais (principalmente dos lagares de azeite, serviços oficinais e outras actividades do sector secundário) e às metodologias de tratamentos de solos agrícolas que utilizem produtos prejudiciais ao ambiente e facilmente transportáveis por águas de escorrência.

### *Efluentes Domésticos/ Industriais*

Segundo o projecto de Estações de Tratamento semelhantes o tratamento previsto abrange as seguintes etapas (ETAS, 2001):

- Pré-tratamento por crivagem, retenção de gorduras e areia;
- Tratamento biológico de lamas activadas de baixa carga;
- Decantação;
- Precipitação química para a remoção de fósforo;
- Polimento final por lagoa de macrófitas (lagunagem);
- Espessamento de lamas;
- Desidratação de lamas.

Estas etapas foram escolhidas considerando a albufeira de Alvito como local de rejeição da descarga final do efluente, tendo os processos de tratamentos do esgoto e das lamas sido seleccionados com base no menor custo de exploração e impacte negativo no ambiente.

Com efeito, o elevado tempo de retenção hidráulica do esgoto na ETAR, além de garantir um adequado grau de tratamento, permite uma menor utilização de equipamentos e de produtos químicos.

Será previsível a remoção avançada de nutrientes (azoto e fósforo), o tratamento de remoção de óleos e gorduras, o ajuste de pH e o aproveitamento e reutilização do efluente (ETAS, 2001).

A descarga final da ETAR tem qualidade suficiente para a sua reutilização na rega de jardins ou campos agrícolas que não produzam legumes ou frutos para consumo directo. Tendo em conta que a descarga da ETAR vai afectar a qualidade da água da albufeira, esta reutilização será realizada principalmente no Verão.

De acordo com as características do projecto os impactes negativos não serão significativos uma vez que são asseguradas medidas para a redução de nutrientes (azoto e fósforo) e está prevista a reutilização do



efluente e a remoção de óleos e gorduras. Um dos principais problemas ao nível da eficácia do tratamento está relacionado com o facto dos caudais afluentes à ETAR poderem apresentar um carácter sazonal e de se registrem picos para os quais a ETAR não está dimensionada. Contudo, dado que a ETAR está preparada para receber o dobro do caudal, pensa-se que a curto/ médio prazo esta questão não se coloca.

#### 4.5.4.4. Produção de resíduos na área de intervenção

A área de intervenção insere-se num terreno onde se pratica a actividade agrícola. Deste modo, nesta área existem montados, nomeadamente de azinho e sobro, e campos incultos onde a vegetação se desenvolve sem limitações.

Os resíduos produzidos na área de estudo são apenas os resultantes da folhagem das árvores e das ramas de outras árvores e arbustos. Estes resíduos de natureza orgânica estão enquadrados nos diversos ciclos ecológicos e são decompostos no próprio local de produção.

Do mesmo modo, na área de intervenção não são produzidos quaisquer efluentes líquidos.

#### 4.5.5. Síntese

Nesta zona não existem fontes de poluição atmosférica significativas, pelo que a qualidade do ar de um modo geral é boa, destacando-se apenas, como uma das únicas fontes de poluição, o tráfego rodoviário que circula na estradas mais próximas, particularmente no IP2 e EN384.

Para além do ruído que é produzido pela circulação automóvel nas estradas mais próximas, especialmente no IP2 e EN384, não foram identificadas na área envolvente outras fontes emissoras de ruído consideradas preocupantes. A área de estudo é uma zona rural onde os níveis sonoros são baixos, de reduzido significado em termos de incomodidade para as populações, nomeadamente de Monte do Trigo, de Portel e de Oriola. Este facto deve-se às características da zona, dominada por extensas áreas de montado que apresenta uma pressão humana reduzida.

No que diz respeito aos resíduos sólidos urbanos (RSU), têm como destino final o Aterro Sanitário da (AMCAL) Associação dos Municípios do Alentejo Central. Existe uma estação de transferência em Portel onde é efectuada a armazenagem temporária dos RSU que são recolhidos pelas viaturas da autarquia. Este local foi também concebido para a recepção de alguns materiais recicláveis, para posterior envio dos mesmos para reciclagem. Deste local os RSU e os restantes materiais depositados selectivamente são transportados em viatura própria para o Aterro Sanitário. Os resíduos inertes resultantes das obras são



depositados na Pedreira da Furna, situada próximo da vila de Portel. Não foram detectados outros destinos adequados para os materiais sobrantes mais próximos da obra.

No concelho de Portel existe apenas uma Estação de Tratamento de Águas Residuais em funcionamento, na freguesia de Portel, e uma em fase de arranque na freguesia de Monte do Trigo. Nas restantes freguesias do concelho as ETAR encontram-se em fase de projecto.

#### **4.5.6. Evolução da situação de referência sem projecto**

A evolução da situação de referência sem o projecto do túnel de ligação entre as barragens do Loureiro e do Alvito não implicará qualquer alteração significativa na qualidade do ar actual, uma vez que não se tem conhecimento de que o panorama em termos de fontes de poluição atmosférica venha a ser modificado.

Como se verificou na caracterização da situação de referência efectuada, a principal fonte sonora existente na área de estudo é o tráfego automóvel, nomeadamente na EN384. Desta forma, dada a natureza do projecto, a não implementação do mesmo não terá qualquer influência na evolução da situação acústica na zona.

Quanto à produção de resíduos e efluentes, a situação actual tende a manter-se caso não ocorra a implementação do presente projecto, não se prevendo o aumento dos resíduos ou efluentes de qualquer natureza.



## 4.6. Ecologia, Flora e Fauna

### 4.6.1. Introdução

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito é uma infra-estrutura hidráulica componente do Subsistema de Rega de Alqueva, que tem como objectivo a transferência de água entre as albufeiras de Loureiro (bacia hidrográfica do Guadiana) e de Alvito (bacia hidrográfica do Sado), garantindo assim a adução dos caudais provenientes da albufeira de Alqueva aos blocos de rega do Subsistema de Alqueva.

O presente descritor tem como objectivo a análise da área a afectar do ponto de vista ecológico e a determinação dos impactes do projecto sobre as comunidades biológicas. Os impactes potenciais que esta infra-estrutura terá sobre o descritor Ecologia, Flora e Fauna podem ser divididos em dois grandes conjuntos:

- Impactes resultantes das actividades de construção e da presença posterior das infra-estruturas que compõem o Troço de Ligação Loureiro-Alvito (túnel, troços “cut & cover”, troço em canal, tomada de água, obra de saída, acessos, poços de ataque e os estaleiros). Estes impactes incidem particularmente sobre a flora e a fauna terrestre, e decorrem fundamentalmente na fase de construção;
- Impactes resultantes da transferência de água entre as albufeiras de Loureiro e Alvito, e logo, entre as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado. Estes impactes incidem fundamentalmente sobre a flora e fauna aquática e decorrem durante a fase de exploração do projecto.

Considerando que o Troço de Ligação Loureiro-Alvito afecta de forma tão diferenciada as componentes ecológicas terrestre e aquática, e dado estes domínios terem abordagens metodológicas distintas, optou-se por caracterizar a situação de referência destas duas componentes de forma independente. Assim, no ponto 4.6.2 é descrita a caracterização da situação de referência dos Ecossistemas Terrestres, e no ponto 4.6.3 são abordados os Ecossistemas Aquáticos.

### 4.6.2. Ecossistemas terrestres

O Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito é composto essencialmente por uma infra-estrutura hidráulica linear para o transporte de água e todas as infra-estruturas acessórias na fase de construção e exploração (estaleiros, acessos, poços de ataque, tomada de água, etc.).



O Troço de Ligação Loureiro-Alvito terá a extensão total de cerca de 11,2 km, entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, sendo que a quase totalidade do traçado (10 300 m) se desenvolve sob a forma de um túnel, com apenas o troço final a constituir um canal a céu aberto (cerca de 900 m). Da extensão total do túnel, a grande maioria do traçado será construído por perfuração subterrânea (9,75 km), sendo que apenas 550 m do traçado será em “cut & cover”.

Desta breve descrição conclui-se que a grande maioria do traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito não terá impactes relevantes sobre a componente dos Ecossistemas Terrestres, nem na fase de construção, assumindo que os troços em perfuração subterrânea não afectarão os habitats terrestres à superfície, nem na fase de exploração, dado que a infra-estrutura será subterrânea.

Assim, as principais acções associadas ao Projecto de Execução potencialmente geradoras de impactes sobre os Ecossistemas Terrestres são: a obra de tomada de água na albufeira do Loureiro; os estaleiros de apoio à obra; os acessos; os poços de ataque ao túnel e em particular os dois troços em cut & cover (numa extensão total de cerca de 550 m), o troço final em canal a céu aberto (com cerca de 900 m de extensão).

De forma a sustentar a avaliação dos impactes decorrentes destas acções sobre os habitats, a flora e a fauna terrestre, caracteriza-se nos pontos seguintes a situação de referência para este descritor, considerando como área de estudo a área afectada ao traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, e às infra-estruturas de apoio, bem como a sua envolvente directa.

#### 4.6.2.1. Habitats

##### Introdução

Um habitat pode designar-se como uma porção de território com características bióticas e abióticas indicadas ao desenvolvimento de um ser vivo ou de um biota característico e com variável grau de humanização (Alves *et al.*, 1998).

O estabelecimento e o desenvolvimento dos seres vivos, nomeadamente dos vegetais, são fortemente condicionados pelas características edáficas, geomorfológicas e climáticas do meio em causa. Por interdependem de um considerável complexo de factores, convencionou-se que as associações e as comunidades vegetais características constituem a base estrutural dos habitats e permitem o reconhecimento dos habitats onde ocorrem, uma vez que são indicadoras de determinadas condições físicas que as condicionam (Alves *et al.*, 1998). Deste modo, a descrição dos habitats aqui apresentada tem por base a identificação das diversas comunidades vegetais que os compõem.



Como referido anteriormente, a área de estudo inclui a área de projecto e a respectiva envolvente imediata. Assim, descrevem-se os habitats presentes no traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, nos locais de implementação das infra-estruturas de apoio e na sua envolvente directa, embora se considere que os habitats presentes ao longo do percurso dos troços em perfuração subterrânea não serão afectados de forma relevante pelo projecto.

Assim, primeiramente efectuou-se um reconhecimento dos biótopos existentes na área de estudo por meio da fotointerpretação dos ortofotomapas a preto e branco da área (1995, escala 1:10 000), tendo sido considerado para este trabalho uma faixa envolvente ao traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito de 200 m de largura.

Os levantamentos florísticos e faunísticos realizados nos vários biótopos identificados através da fotointerpretação e a bibliografia especializada forneceram as bases necessárias para a caracterização dos habitats. Este trabalho resultou na elaboração da Carta de Habitats (Figura II.14, Volume II), ferramenta fundamental para a fase de avaliação de impactes.

Com base na metodologia referida foi possível constatar que o território afecto ao projecto apresenta um mosaico de biótopos, resultante das intervenções no âmbito da agricultura sobre os habitats originais, tais como a florestas e os bosques esclerófilos de azinho, e cuja funcionalidade determina uma mais valia económica e ecológica. Neste mosaico ocorrem essencialmente culturas anuais, pomares e áreas de montado de azinho em bom estado de conservação, que correspondem ao habitat dominante em grande porção do traçado do Troço de Ligação Loureiro-Alvito e que constitui um habitat rico em diversidade animal e vegetal.

Os sobreirais e azinhais constituem os bosques densos e apresentam normalmente um sub-coberto bem desenvolvido onde dominam os matos mediterrânicos. Estes biótopos situam-se nas áreas de maior declive enquanto que os montados de sobre e azinho (sistemas agro-silvo-pastoris), olivais e culturas anuais observam-se nas áreas mais planas e intervencionadas.

Também as comunidades ripícolas estão presentes, nomeadamente nas ribeiras do Loureiro e de Oriola, onde se encontram relativamente preservadas, e em linhas de água adjacentes.

Os habitats naturais e semi-naturais existentes na área de estudo são assim os seguintes:

- Culturas anuais;
- Montados;
- Olival;
- Vegetação ripícola;





- Albufeiras.

## Descrição de Habitats

Nos pontos seguintes descrevem-se os habitats presentes na área de estudo

### *Culturas anuais*

As culturas anuais incluem a generalidade das culturas arvenses de sequeiro e de regadio, as pastagens, os pousios, as culturas cerealíferas (quer puras, quer com presença de azinheiras dispersas) e os incultos. Este habitat inclui também as culturas anuais com azinheiras e sobreiros dispersos.

Nestes habitats dominam as formações vegetais herbáceas constituídas por espécies vegetais anuais (terófitos) ou vivazes (hemicriptófitos) que surgem aquando da intervenção humana sobre a vegetação. Estas comunidades estão adaptadas a intervenções permanentes (pastoreio, pisoteio) ou cíclicas (culturas agrícolas). Os *taxa* vegetais predominantes incluem-se nas famílias *Poaceae*, *Asteraceae* e *Caryophyllaceae*.

Este tipo de vegetação é caracterizada por plantas anuais (terófitos) e herbáceas vivazes (hemicriptófitos) que se inserem principalmente nas classes fitossociológicas *Stellarietea media* (vegetação nitrófila que ocupa áreas urbanas, agrícolas e margens de caminhos), *Artemisietea vulgaris* (vegetação nitrófila vivaz, que prosperam em solos profundos e mais ou menos húmidos), *Helianthemetea guttati* (vegetação anual de pequeno tamanho e de carácter xerófitico) e *Molinio – Arrhenatheretea* (Alves *et al.*, 1998).

Ocorrem também comunidades herbáceas vivazes mediterrânicas que surgem muitas vezes em solos revolvidos e com alguma humidade da ordem *Agropyretalia repentis* (classe *Artemisietea vulgaris*) (Espírito Santo, 1996; Costa *et al.*, 1998).

### *Montados*

O biótopo de uso-múltiplo denominado montado de sobre e/ou azinho alberga uma elevada biodiversidade, engloba espécies vegetais de grande valor económico e conservacionista e constitui um importante local de repouso, abrigo e nidificação para espécies de todos os grupos de vertebrados terrestres, algumas das quais com estatuto de conservação elevado.

Actualmente são escassos os locais onde este habitat se conserva no seu estado clímax. A intervenção do homem levou à sua substituição por matos mediterrânicos e prados. No entanto, subsistem algumas áreas de azinho com uma cobertura arbórea relativamente bem preservada no Alentejo central e interior, sendo que a área de estudo atravessa uma dessas manchas.



Na área de estudo existe o montado de sobre estreme e o montado misto de sobre e azinho. Na maior parte da área o sub-coberto destes montados sofre intervenções. A vegetação encontra-se relativamente degradada, facto que não permite o reconhecimento da associação fitossociológica característica destes montados *Sanguisorbo-Quercetum suberis* Rivas Goday 1959 em. Rivas-Martinez 1974.

Os montados envolventes à zona da futura infra-estrutura de tomada de água junto à futura barragem do Loureiro, constituem os menos intervencionados e grande parte das espécies presentes enquadram-se na ordem e na classe mediterrânicas *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex. Molinier 1934 em. Rivas-Martinez 1975 e *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947. Estes agrupamentos correspondem aos bosques climáticos mediterrâneos, perenifólios ou marcescentes, existentes nos andares termo, meso e supramediterrânicos de ombroclima húmido a seco. Ocupam qualquer tipo de solo e apresentam uma ampla distribuição mediterrânica ocorrendo desde a subregião atlântica até à região saharo-arábica (Costa et al., 1998).

As comunidades arbustivas presentes nos montados incluem-se na classe *Cisto-Lavanduletea*, ordem *Lavanduletalia stoechadis*. Estas comunidades arbustivas constituem uma etapa de degradação dos bosques e pré-bosques meso-oligotróficos, de sítios maioritariamente secos e engloba os estevais mediterrânicos com predomínio de nanofanerófitos e caméfitos dos géneros *Cistus* spp. e *Lavandula* spp.. Estes elementos desenvolvem-se frequentemente em solos siliciosos erosionados ou imaturos da zona ocidental-mediterrânica (Ma lato Beliz, 1990; Costa et al., 1998).

Nos montados mais degradados onde o sub-coberto é dominado pela vegetação composta por terófitos pioneiros ou geófitos nitrofilicos de ampla distribuição reconhecem-se os agrupamentos fitossociológicos presentes nos pousios, prados e arrelvados.

### **Olival**

Na área de estudo são frequentes os olivais em regime de sequeiro, que se caracterizam pela monocultura da Oliveira (*Olea europaea* L. var. *europaea*) e um sub-coberto herbáceo com intensas intervenções. Deste modo, a diversidade vegetal destes biótopos não é muito relevante e a maioria das espécies presentes não possuem valor conservacionista. Este biótopo é muito abundante nesta região e é frequentemente explorado em associação com as actividades agrícolas e pecuárias.

Os olivais apresentam nalguns casos um sub-coberto herbáceo desenvolvido, onde podem eventualmente ocorrer alguns arbustos. Em alguns pontos, no entanto, verificou-se a ausência total de sub-coberto devido à gradagem do terreno.

O sub-coberto herbáceo, predominantemente constituído por espécies ruderais e arvenses existe quando se pratica agricultura em regime de sub-coberto, seguida de pousio, ou pastorícia. As espécies



dominantes incluem-se na classe fitossociológica *Stellarietea media* que caracteriza as comunidades nitrofilicas de terófitos ou geófitos características de áreas intervencionadas pelo homem, como as áreas agrícolas e as áreas urbanas. Esta vegetação compete com outros tipos de vegetação anual ou vivaz, possui uma grande adaptabilidade e uma distribuição cosmopolita (Costa et al., 1998).

Ocorrem também as comunidades terofíticas pioneiras, bem adaptadas a solos oligotróficos consolidados durante a estação seca da ordem *Helianthemetalia guttati* (classe *Helianthemetea guttati*) cuja distribuição abrange as zonas mediterrânica, euro-siberiana e saharo-arábica com climas secos e semi-áridos (Espírito Santo, 1996). Podem também ocorrer espécies características de solos profundos e húmidos que caracterizam os prados e juncais densos da classe *Molinio-Arrhenatheretea* ou da vegetação herbácea vivaz da classe *Artemisietea vulgaris* (Espírito Santo, 1996; Costa et al., 1998).

### ***Vegetação ripícola***

Este habitat é composto por agrupamentos vegetais ripícolas que podem apresentar porte arbóreo, arbustivo e herbáceo. As espécies arbóreas mais comuns são *Fraxinus angustifolia* (Freixo), *Populus* spp. (Choupos), *Salix* spp. (Salgueiros) e *Ulmus* spp. (Ulmeiro). Estas comunidades ocupam as margens das linhas de água, incluindo as de reduzido caudal como a maioria das existentes na área de estudo. Às comunidades ripícolas relativamente estratificadas e preservadas associa-se normalmente uma grande biodiversidade e importância ecológica.

Os freixiais e os choupais ripícolas (associação *Ficario ranunculoides-Fraxinetum angustifoliae*) enquadram-se nos bosques mediterrânicos de folha caduca, ou seja, na classe *Quercio-Fagetea*.

Os salgueirais ocorrem também na área de estudo e constituem as comunidades arbustivas com predomínio de salgueiros - *Salix* spp.. Estas comunidades filiam-se na ordem *Salicetalia purpureae* (classe *Salici purpureae-Populetea nigrae*) e correspondem a um habitat natural listado na Directiva Habitats e inclui a espécie prioritária endémica de Portugal *Salix salviifolia* ssp. *australis*. Esta vegetação caracteriza-se também por sobreviver a períodos de seca alargados e surge espontaneamente em linhas de água de carácter torrencial e leitos de cheia em solos siliciosos aluvionares. A associação mais comum denomina-se *Salicetum atrocinerio-australis* (Moreira & Duarte, 2002).

As formações arbustivas são as mais frequentes nas linhas de água temporárias e de pequeno caudal da área de estudo. As espécies: *Nerium oleander* (loendro), *Securinega tinctoriae* (tamujo), *Tamarix africana* (tamargueira), *Rubus ulmifolius* (silva), *Phragmites* spp. (caniço), *Scirpus* spp. (bunho), *Typha* spp. (tábua) e *Arundo* spp. (canas) são as mais frequentes.



Destas formações arbustivas destaca-se primeiramente a classe *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. & O. Bolòs 1957, nomeadamente a associação *Rubio ulmifoliae-Nerietum oleandri* O. Bolòs 1956 que caracteriza os loendrais mediterrânicos termófilos existentes nas linhas de água com acentuada secura estival presentes na bacia do Guadiana (Espírito Santo *et al.*, 1995). Regista-se igualmente a presença de caniçais, cuja vegetação constituída por helófitos de grande porte reveste as margens de linhas de água meso-eutróficas (zonas de águas calmas ricas em nutrientes) e são característicos da associação mediterrânica-atlântica *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* (Moreira & Duarte, 2002).

Outros tipo de comunidades presentes nestes habitats são os agrupamentos vegetais das margens de linhas de água de caudal quase inexistente. Nestes casos dominam as comunidades herbáceas do tipo: juncais, canaviais e relvados. Estes tipos de vegetação constituem etapas avançadas da degradação dos bosques ribeirinhos caducifólios (salgueirais, amiais, etc.), bem como da degradação dos silvados. Estas comunidades apresentam grande abundância de espécies de *Juncus* spp., *Carex* spp. e *Scirpus* (Moreira & Duarte, 2002).

### **Albufeiras**

As albufeiras constituem habitats de água doce que, tal como outras áreas com disponibilidade de água (charcos temporários, etc.), desempenham um papel relevante para diversas espécies que aqui se alimentam. A água constitui um recurso essencial, sobretudo nas regiões mais secas do Alentejo. Na área de estudo este habitat é representado pela albufeira do Alvito.

Estes habitats de origem antrópica caracterizam-se pela quase inexistência de vegetação nas margens devido ao respectivo controlo e às características muitas vezes inóspitas da faixa inter-níveis. Deste modo, ocorrem quase exclusivamente comunidades aquáticas e, nos casos em que a vegetação terrestre se desenvolve, esta é constituída por espécies ripícolas como os Salgueiros, os Freixos, as Tramazeiras, os Tamujos, as Adelfeiras, os Sabugueiros, os Caniços, as Tábuas e os Bunhos (Alves *et al.*, 1998).

A vegetação herbácea mais frequente enquadra-se de uma forma geral na classe *Molinio-Arrhenatheretea*.



## Ocupação de Habitats

A elaboração da Carta de Habitats (Figura II.14, Volume II) para uma faixa envolvente ao percurso do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, com base na interpretação dos ortofotomapas e no trabalho de campo, permite a avaliação da abundância e dominância relativa dos habitats presentes na área de estudo, em termos de área ocupada. Este trabalho cartográfico permite ainda definir com exactidão quais os habitats que serão afectados pelas principais acções geradoras de impactes descritas anteriormente.

Na faixa de 200 m envolvente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito a dominância relativa dos habitats identificados é a seguinte (ver Figura II.14 para referência visual):

- Montados de sobro e azinho - é o habitat dominante com 62% da faixa envolvente (60,2% de montados e 1,8% de montados com culturas anuais em sub-coberto);
- Culturas anuais - ocupam 30,1 % da faixa de 200 m envolvente ao Troço de Ligação ;
- Olivais - ocupam 7% da faixa de 200 m envolvente ao Troço de Ligação;
- Vegetação ripícola - ocorre fundamentalmente na ribeira de Oriola, embora o traçado atravessasse outras ribeiras, a vegetação ripícola destas encontra-se francamente degradada pelas intervenções agrícolas. Representa apenas 0,8% da faixa;

Assim, constata-se que a área envolvente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito é fundamentalmente dominado pelos montados de sobro e azinho, nas áreas mais declivosas e com solos mais pobres, e pelas culturas anuais nas áreas planas com solos de melhores qualidades.

Em termos dos habitats afectados pelas principais infra-estruturas geradoras de impactes, observa-se o seguinte (mais uma vez se remete para a Figura II.14, do Volume II, para referência visual):

- A obra da tomada de água na albufeira do Loureiro desenvolve-se inteiramente numa área de montado, bem como o acesso a esta obra, embora aproveitando o caminho actualmente já existente;
- Os três poços de ataque, bem como os seus acessos, também se localizam em montados;
- O primeiro troço em "cut & cover" (450 m) localiza-se na totalidade numa área de culturas anuais, atravessando ainda duas ribeiras intermitentes com vegetação ripícola muito degradada. O acesso a este troço está sobreposto, quase na totalidade, a caminhos já existentes, excepto no troço final onde irá também afectar a mesma área de culturas anuais;
- O segundo troço em "cut & cover" (108 m) atravessa uma estrada que se localiza numa área de montado com culturas anuais em sub-coberto;



- O canal final a céu aberto atravessa uma área de montado, uma área de culturas anuais, uma área de olival e termina na ribeira de Oriola.

### **Áreas com importância ecológica**

A área de estudo não se enquadra em qualquer área classificada nacional ou europeia.

No que se refere aos habitats existentes na área de estudo, os montados de sobro e azinho e a vegetação ripícola constituem os habitats naturais de maior importância conservacionista devido à importância ecológica das comunidades animais e vegetais que os compõem.

Quando se encontram relativamente preservados, estes habitats constituem abrigo de inúmeras espécies animais e vegetais, facto que lhes confere uma biodiversidade assinalável. Estes biótopos, principalmente quando ocorrem associados, possuem funções de corredor ecológico, de abrigo e de dispersão de genes das espécies associadas.

#### **4.6.2.2. Flora**

##### **Introdução**

A caracterização da vegetação presente numa dada área é efectuada com base em trabalho de campo e numa pesquisa bibliográfica. O trabalho de campo inclui os levantamentos florísticos e a recolha de exemplares para identificação em laboratório.

Os levantamentos foram efectuados de acordo com o método de área mínima, abrangeram cada uma das diferentes unidades de vegetação e dentro destas unidades foram efectuados de uma forma aleatória desde que representem com homogeneidade a vegetação a caracterizar (Braun-Blanquet, 1950 *in* Kent & Coker, 1992).

Durante a realização dos levantamentos efectua-se a lista de espécies e a cada uma delas é atribuído um índice de abundância-dominância de acordo com a metodologia de Braun-Blanquet (Kent & Coker, 1992) e são recolhidos exemplares para posterior identificação no laboratório. Esta identificação é efectuada com base nas seguintes Floras: Franco (1971, 1984, 1994 e 1998), Valdés *et al.* (1987) e Pereira Coutinho (1939).

Os resultados encontrados permitem a caracterização fitossociológica da área inventariada. A fitossociologia é o método correntemente utilizado no reconhecimento e definição de comunidades ou agrupamentos vegetais (Kent & Coker, 1992).



## Enquadramento biogeográfico

Os estudos biogeográficos referem que Portugal se situa no Reino Holoártico, na Região Mediterrânica, na sub-região Mediterrânica Ocidental e na Superprovincia Mediterrânico-Iberoatlântica (Rivas-Martinez *et al.*, 1990).

A área de estudo em particular, enquadra-se biogeograficamente na Província Luso-Extremadurensis, no Sector Mariânico-Monchiquense e abrange o Sub-sector Araceno-Pacence (Superdistrito Altoalentejano) e o Sub-sector Baixo Alentejano-Monchiquense (Superdistrito Baixo Alentejano) (embora a maior extensão da área de estudo pertença a este Sector). Bioclimaticamente, a área de estudo insere-se no piso Mesomediterrânico sub-húmido (Rivas-Martinez *et al.*, 1990).

A vegetação da Superprovincia Mediterrânico-Iberoatlântica é constituída por uma flora antiga, rica em endemismos. A Província Luso-Extremadurensis é a unidade biogeográfica que enquadra os territórios continentais do centro do país. A fronteira entre os dois Subsectores: Araceno-Pacence e Baixo Alentejano-Monchiquense é definida pelo limite entre as comunidades de *Ulici eriocladi-Cistetum ladaniferi* a Norte e as comunidades de *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* e *Cisto ladaniferi-Ulicetum argentei* a Sul (Rivas-Martinez *et al.*, 1990).

A paisagem vegetal do Sector Mariânico-Monchiquense é dominada por montados de sobreiro e azinho conjuntamente com os salgueirais nas margens das linhas de água de carácter torrencial.

No que se refere às séries de vegetação, a área estudada abrange duas séries climatófilas. A série *Sanguisorbo agrimonioidis-Querceteo suberis sigmetum* que corresponde à série mesomediterrânica sub-húmida a húmida, silícola, luso-extremadurensis e ribatejana do sobreiro (a maior parte da área de estudo enquadra-se nesta série) e a série mesomediterrânica seca a sub-húmida inferior, silícola e luso-extremadurensis da azinheira (*Quercus rotundifolia*): *Pyro bourgeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum* (Rivas-Martinez *et al.*, 1990). A vegetação ripícola inclui-se na geosérie lótica de caudais irregulares e estiagem prolongada, que compreende as séries *Polygono equisetiformis-Tamariceto africanae* S. e *Rubio-Nerietum oleandri* S (SEIA & AQUALOGUS, 2002).

## Elenco florístico

A composição florística de uma dada área encontra-se organizada no território de acordo com as características geomorfológicas, climáticas e pedológicas do território. As plantas distribuem-se segundo as suas próprias apetências ecológicas, moduladas pelas relações que estabelecem entre si (competição intra e interespecífica, herbivoria, etc.).



Considerando os inventários florísticos realizados para a área de estudo no Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) e os trabalhos de campo realizados em Fevereiro de 2003, o elenco florístico da área de estudo é composto por 135 espécies e 134 géneros que se enquadram em 49 famílias. O elenco florístico é apresentado no Anexo I (Volume IV) e nele constam o nome da família, do género e da espécie e respectivo estatuto (espécies RELAPE [Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas, Protegidas ou em Perigo de Extinção]), caso exista.

A flora presente é tipicamente mediterrânica, com grande abundância de espécies anuais adaptadas à estação seca. Do ponto de vista fitogeográfico, as espécies dominantes são também as de origem mediterrânica.

De acordo com os anteriores estudos realizados na área de projecto (NEMUS, 1998) e com os inventários realizados no âmbito do presente EIA, ocorrem na área de estudo as seguintes espécies RELAPE:

- *Gladiolus illyricus* Koch ssp. *reuteri* (Boiss.) Coutinho: espécie endémica da Península Ibérica;
- *Linaria amethystea* (Lam.) Hoffmanns. & Link ssp. *amethystea*: espécie endémica da Península Ibérica;
- *Calamintha baetica* Boiss & Reuter: espécie endémica da Europa;
- *Lavandula pedunculata* (Miller) Cav.: espécie endémica da Península Ibérica;
- *Genista hirsuta* Vahl: espécie endémica da Europa;
- *Cytisus striatus* (Hill) Rothm.: espécie endémica da Península Ibérica;
- *Salix salvifolia* Brot. ssp. *australis* Franco: espécie endémica de Portugal e espécie de interesse comunitário (Anexo II da Directiva Habitats: Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de Abril);
- *Marsilea batardae*: espécie incluída no Anexo II da Directiva Habitats;
- *Allium schmitzii*: espécie localizada e endémica de Portugal;
- *Hypericum pubescens*: espécie rara e endémica da Europa;
- *Coincya transtagana*: espécies rara;
- *Ruscus aculeatus*: espécie do Anexo V da Directiva Habitats;
- *Rumex intermedius* ssp. *lusitanicus*: espécie endémica de Portugal;
- *Sagina apetala* ssp. *apetala*: espécie endémica de Portugal;
- *Reseda phyteuma*: espécie de distribuição localizada;
- *Solanum citrullifolium*: espécie de distribuição localizada.

Do trabalho realizado por Malato Beliz na Serra de Portel (Malato Beliz, 1990) constam espécies que não foram detectadas nos inventários realizados e que podem previsivelmente ocorrer na área de estudo. Entre elas salientam-se: *Chaetopogon fasciculatus* (Link) Hayek, *Fritillaria lusitanica* Wikstrom, *Genista*





*hirsuta* Vahl, *Oenanthe pimpinelloides* L., *Sanguisorba hybrida* (L.) Nordborg, *Scilla peruviana* L., *Scorzonera graminifolia* L..

#### 4.6.2.3. Fauna

A descrição da caracterização da situação de referência para a fauna terrestre centra-se nos grupos de vertebrados terrestres potencialmente afectados pelas acções de projecto, incluindo os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos.

A metodologia de caracterização da fauna terrestre consistiu na compilação crítica de todos elementos bibliográficos disponíveis para a área de estudo complementada com inventários faunísticos realizados no local em Fevereiro de 2003. Entre os elementos bibliográficos consultados são de particular relevância o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito* (NEMUS, 1997), o *Estudo de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro* (NEMUS, 2003) e o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega do Alqueva - Bloco Baixo Alentejo* (FBO, 2001).

Esta metodologia resultou na inventariação do elenco faunístico da área de estudo que se apresenta no Anexo II (Volume IV). Para cada espécie é indicada a probabilidade de ocorrência na área de estudo, bem como o seu estatuto de conservação de acordo com os principais diplomas nacionais e internacionais, incluindo o Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (SNPRCN, 1991), as Directivas Habitats e Aves e as Convenções de Bona, Berna e Washington.

#### **Anfíbios**

O elenco de anfíbios presentes na área de estudo é apresentado no Quadro II.1 do Anexo II, tendo sido inventariada a presença de 13 espécies de anfíbios, o que representa 76% dos anfíbios da fauna portuguesa.

Nenhuma das espécies presentes na área de estudo apresenta estatuto de ameaça em Portugal (SNPRCN, 1990), tratando-se de espécies de distribuição ampla no nosso país. Destaque-se, no entanto, a presença de três endemismos ibéricos: o Tritão-de-ventre-laranja (*Triturus boscai*), o Sapo-parteiro-ibérico (*Alytes cisternasii*) e a Rã-de-focinho-pontiagudo (*Discoglossus galganoi*).

Quanto à legislação europeia, a Directiva Habitats inclui apenas uma a Rã-de-focinho-pontiagudo no seu Anexo II (espécies de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação), mas engloba seis outras espécies no Anexo IV (espécies animais e vegetais de interesse comunitário que exigem uma protecção rigorosa), incluindo o Tritão-marmorado (*Triturus marmoratus*), o



Sapo-parteiro-ibérico, o Sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*), o Sapo-corredor (*Bufo calamita*), a Relva (*Hyla arborea*), a Relva-meridional (*Hyla meridionalis*) e a Rã-verde (*Rana perezi*).

Os habitats mais importantes para este grupo são os habitats dulçaquícolas, quer ambientes lóticos (cursos de água) quer ambientes lênticos (albufeiras, charcas e poças). Algumas das espécies inventariadas apresentam, no entanto, hábitos mais terrestres, ocorrendo de forma mais generalizada nos vários habitats presentes na área de estudo. Entre estas espécies mais tolerantes nomeiem-se a Salamandra-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*), o Sapo-parteiro-ibérico, o Sapo-de-unha-negra, o Sapo (*Bufo bufo*) e o Sapo-corredor (*Bufo calamita*).

Em termos gerais a comunidade de anfíbios da área de estudo é composta por espécies de distribuição ampla em Portugal, sem estatuto de conservação elevado, não apresentando por isso particular importância conservacionista, com a possível excepção da espécie *Discoglossus galganoi*.

## Répteis

Em relação aos répteis, foi inventariada a presença na área de estudo de 19 espécies (Quadro II.2, Anexo II), o que contabiliza 70% dos répteis da fauna portuguesa.

Dos répteis presentes na área de estudo quatro apresentam estatuto de ameaça em Portugal (SNPRCN, 1990): o Cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis*), a Osga-turca (*Hemidactylus turcicus*) e a Cobra-de-capuz (*Macroprotodon cucullatus*), com estatuto de “Insuficientemente conhecidas”, e a Víbora-cornuda (*Vipera latastei*) com o estatuto de “Indeterminado”.

Quanto à Directiva Habitats, esta protege apenas os dois cágados no seu Anexo II (*Emys orbicularis* e *Mauremys leprosa*) e a Cobra-de-ferradura (*Coluber hippocrepis*) no Anexo IV.

Os biótopos mais importantes para estas espécies são áreas com habitats com áreas rochosas, como montados com solos pedregosos, muros de pedra e outras construções de pedra. A área de estudo apresenta extensões consideráveis de montados em bom estado de conservação, alguns deles com alguma pedregosidade, pelo que apresenta alguma importância para este grupo. A esta tendência excluem-se obviamente os répteis de hábitos dulçaquícolas, como os dois cágados e as duas cobras de água (*Natrix natrix* e *Natrix maura*).



## Aves

O elenco avifaunístico presente na área envolvente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito engloba um total de 118 espécies, o que corresponde a cerca de 39% do número total de espécies da fauna portuguesa (Quadro II.3, Anexo II).

A comunidade avícola presente na área de estudo é dominada por espécies residentes, que representam 55,9% das espécies presentes, enquanto que apenas 24,6% das espécies são estivais, 11,9% são invernantes e apenas 7,6% são migradoras de passagem.

Em termos conservacionistas, a avifauna presente na área de estudo apresenta alguma importância, sendo que 18 aves presentes encontram-se protegidas ao abrigo do Anexo I da Directiva Aves (espécies de aves de interesse comunitário cuja conservação requer a designação de zonas de protecção especial). No que respeita ao Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (SPRCN, 1990), 20 aves apresentam estatuto de protecção em Portugal (ver Quadro II.3).

De entre estas espécies destacam-se as espécies consideradas prioritárias segundo a Directiva Aves (D.L. nº 140/99), Águia de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*), o Sisão (*Tetrax tetrax*) e a Abetarda (*Otis tarda*). De notar ainda a presença de outras espécies de elevado valor conservacionista tais como a Cegonha-negra (*Ciconia nigra*).

A área de estudo apresenta particular importância para as espécies de aves mais associadas com os montados de sobre e azinho, dada a presença de extensões consideráveis deste habitat em bom estado de conservação. Entre estas aves encontram-se muitas rapinas, tais como a Águia de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*) e o Milhafre-preto (*Milvus migrans*) e uma grande variedade de passeriformes.

No restante da área de estudo domina sobretudo as culturas anuais, estando os restantes habitats representados de forma residual. Este habitat apresenta uma importância muito específica para um grupo de aves, denominadas comumente aves estepárias. Apesar desta disponibilidade de habitat, a área envolvente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito não é particularmente importante para este grupo, não se conhecendo núcleos importantes das espécies estepárias mais sensíveis nesta região.

## Mamíferos

Conforme apresentado no Quadro II.4, do Anexo II, encontra-se referenciada a presença de 34 espécies de mamíferos na área envolvente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, o que corresponde a cerca de 53% dos mamíferos ocorrentes em território nacional.



Em termos conservacionistas, 7 das espécies presentes apresentam estatuto de conservação em Portugal, segundo SPRCN (1990), entre as quais se destacam os dois morcegos “Em perigo” de extinção: o Morcego-de-ferradura-grande (*Rhinolophus ferrumequinum*) e o Morcego-de-ferradura-mediterrânico (*Rhinolophus hipposideros*). Para além destas duas espécies, dois outros morcegos presentes na área de estudo estão ameaçados em Portugal: o Morcego-arborícola-pequeno (*Nyctalus leisleri*), com estatuto de “Vulnerável”, e o Morcego-arborícola-gigante (*Nyctalus lasiopterus*), com estatuto “Indeterminado”.

Entre os restantes mamíferos que compõem o elenco da área de estudo, destaque-se ainda o Rato de Cabrera (*Microtus cabreræ*), que apresenta estatuto de “Raro” e dois carnívoros, o Toirão (*Mustela putorius*) e a Lontra (*Lutra lutra*), ambos estando “Insuficientemente conhecidos”.

A maioria destas espécies encontra-se também protegidas pela Directiva Habitats, que inclui no seu Anexo II o Morcego-de-ferradura-grande, o Morcego-de-ferradura-mediterrânico, o Rato de Cabrera e a Lontra.

Semelhantermente ao descrito para as aves, a presença de vastas áreas de montado em bom estado de conservação na área de estudo contribui a esta área uma importância considerável para os mamíferos aqui presentes, em particular para os carnívoros, mas de uma forma geral para todos os mamíferos.

### 4.6.3. Ecossistemas aquáticos

#### 4.6.3.1. Introdução

Os impactos do Troço de Ligação Loureiro-Alvito sobre os Ecossistemas Aquáticos não devem ser analisados de forma individualizada, mas sim enquadrados no contexto mais amplo do Subsistema de Rega de Alqueva. A implementação do Subsistema de Rega de Alqueva será responsável por diversas alterações sobre os ecossistemas afectados, como aliás concluiu o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega do Alqueva - Bloco Baixo Alentejo* (FBO, 2001), que analisou os impactos deste projecto.

O EPIA do Subsistema de Alqueva concluiu que o principal impacte deste projecto, no que respeita aos ecossistemas aquáticos, consiste na ligação artificial entre as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado, realizada pelas transferências de água entre as duas bacias através do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Ainda segundo esse estudo, o grupo biológico mais afectado por esta acção é a ictiofauna dulçaquícola, principalmente as comunidades da bacia do Sado. Entre os impactos sobre esta comunidade, o pior cenário possível inclui impactos de perda de identidade específica devido à miscigenação com espécies



semelhantes provenientes da bacia do Guadiana, levando a que, em casos extremos, possam ocorrer extinções locais de espécies mais sensíveis (FBO, 2001).

O EPIA do Subsistema de Alqueva definiu um conjunto de medidas mitigadoras possíveis de implementar para minimizar estes impactes. A CAIA, no entanto, através do seu parecer a este estudo, questionou a exequibilidade económica e técnica das medidas apresentadas, considerando que estas não se encontravam desenvolvidas ao nível de especificidade necessário, nem aplicadas ao caso concreto da transferência Guadiana-Sado.

A CAIA determinou assim que as medidas de mitigação ambiental fossem posteriormente desenvolvidas, e também que se estudassem outras formas de mitigar os impactes identificados, entre as quais o desenvolvimento de um sistema de segregação das águas das duas bacias, através do *bypass* do caudal ecológico da albufeira do Alvito, assunto que é analisado também ao longo do presente EIA.

No seguimento destes pareceres, e dado que o projecto em análise, Troço de Ligação Loureiro-Alvito, é a infra-estrutura que executa o transvase Guadiana-Sado, o principal objectivo do descritor Ecossistemas Aquáticos do presente EIA é o desenvolvimento de medidas de mitigação de impactes e de gestão ecológica de sistemas aquáticos do sistema de transferência de água entre a bacia do Guadiana e a do Sado.

De facto, a implementação do Subsistema de Rega de Alqueva trará várias acções cujos impactes sobre a ecologia da área de estudo importa considerar, incluindo a implementação de várias infra-estruturas hidráulicas como barragens e respectivas albufeiras e vias de transporte, como é o caso do Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

A criação de albufeiras em ecossistemas fluviais mediterrâneos acarreta necessariamente uma profunda modificação das espécies e comunidades aquáticas aí existentes, uma vez que o enquadramento habitacional hidrogeoquímico sofre uma alteração drástica, e bem assim os processos e funções ecológicas que o acompanham.

O novo ecossistema léntico formado possui comunidades biológicas próprias, caracterizadas por um dado funcionamento ecológico que, embora muito condicionado pelos usos humanos da massa de água, importa gerir de forma a fomentar um equilíbrio dinâmico das suas populações biológicas. A não existência de um uso concertado entre actividades humanas e funcionamento dos sistemas ecológicos resulta, em geral, em perturbações biológicas como o crescimento excessivo de algas ou plantas vasculares, e o desaparecimento ou mortalidade de partes das populações de ictiofauna, com problemas acrescidos e recorrentes na gestão das albufeiras e dos ecossistemas adjacentes associados.



Por sua vez, os sistemas fluviais regularizados tendem a sofrer profundas alterações a montante e a jusante das albufeiras construídas, quer nas relações funcionais que se estabelecem entre os ecossistemas da albufeira e seus afluentes, e que determinam grande parte do ciclo de vida das populações existentes nas respectivas massas de água, quer a jusante através de alterações dos regimes de caudal sólido e líquido, e do ambiente físico-químico, com alterações subsequentes dos sistemas ecológicos aí existentes.

Finalmente, as transferências de água, quer intra bacias quer inter bacias, potenciam uma vertente proximal de passagens de propágulos animais e vegetais que importa minimizar, mas contextualizam também alterações ecológicas em cadeia, nomeadamente de transferência de nutrientes e de impacte hidrogenoquímico sobre os ecossistemas receptores.

O presente descritor pretende assim:

- a) sugerir formas de mitigar os efeitos ecológicos da implantação da albufeira do Loureiro e das formas do seu uso no funcionamento dos ecossistemas que aí se estabelecerão, bem como na estrutura dos ecossistemas aquáticos a jusante;
- b) sugerir formas de mitigação de efeitos ecológicos das transferências de água nos sistemas receptores, em especial na albufeira do Alvito, nomeadamente no que toca à gestão futura dos ecossistemas e suas comunidades biológicas;
- c) traçar linhas de actuação permitindo a conciliação entre o uso dos sistemas e o dos ecossistemas, numa perspectiva integrada.

#### 4.6.3.2. Metodologia

A metodologia que será adoptada na definição da mitigação dos impactes é do tipo progressivo e interactivo (Figura 4.6.1). Na fase inicial é caracterizado o sistema proposto e as obras a executar com implicações de carácter limnológico, nomeadamente: (i) tipo, volume, qualidade e sazonalidade da transferência de água, (ii) tipo, volume e variações hidrométricas previstas nas albufeiras, e (iii) forma, extensão e tipo de canais a construir. Neste passo, são igualmente identificadas as componentes do circuito hidráulico ainda não definidas e com relevância para os aspectos ambientais. Esta fase permite identificar as características imutáveis das obras a executar e as potencialmente mutáveis, e avaliar também a flexibilidade de alterações a sugerir.

Com base no cenário de obra é traçado o cenário ecológico de funcionamento consequente e identificadas as degradações, disfunções e desequilíbrios ecológicos potenciais. São finalmente criadas alternativas possíveis de cenários mitigadores e avaliado o seu grau de eficácia provável em termos ambientais.



A existência destes diferentes cenários mitigadores, com diferentes eficácias, permitirá posteriormente a análise da sua exequibilidade individual e colectiva em termos hidrológicos, hidrométricos e económicos, por forma a ser tomada a decisão do cenário definitivo pelo projectista. Este cenário definitivo deve garantir o funcionamento ecológico equilibrado dos ecossistemas existentes e a instalar.

Importa igualmente definir o âmbito espacial do trabalho a desenvolver. Com efeito, os sistemas dulçaquícolas são caracterizados por uma profunda interacção com os ecossistemas terrestres onde se inserem, de tal forma que formam uma unidade indissociável com a sua bacia de drenagem, pelo que todas as actividades ocorrentes nesta se reflectem na saúde do ecossistema fluvial, e da mesma forma, muitos processos ocorrentes no sistema fluvial tem consequências ecológicas no respectivo vale de cheia. Por outro lado, o sistema fluvial estrutura-se funcional e indissociavelmente entre as cabeceiras e a foz, de uma forma hierarquizada. Desta forma, não é possível enquadrar um cenário de funcionamento ecológico dos ecossistemas sem a existência de uma perspectiva alargada e holística, a nível da bacia hidrográfica.

Contudo, os processos e funções ecológicas realizam-se também a escalas espacio-temporais distintas, destas dependendo o seu grau de intensidade e conectância, pelo que à medida que diminui o nível da escala de intervenção: (i) torna-se maior o número de factores que influenciam os cenários ecológicos possíveis de desenhar, (ii) menor a relação causa-efeito entre alteração e consequências ecológicas e (iii) também menor o grau de previsão de resultados e de comprovação de eficácia das acções mitigadoras a conduzir. *O epicentro do presente trabalho irá assim situar-se nos ecossistemas mais directamente associados à transferência de água, sem prejuízo dos cenários traçados apresentarem necessariamente uma visão ecológica mais ampla.*

As transferências de água desde áreas onde existe um excedente para áreas onde se verifica um déficite tornou-se uma solução de recurso cada vez mais frequente em zonas temperadas quentes e semi-áridas (e.g. África do Sul, Austrália, Sul dos E.U.A. e bacia do Mediterrâneo), sobretudo a partir dos anos setenta (Meador, 1992; Snaddon *et al.*, 1998). Por transferência de água entende-se a passagem artificial de água desde uma zona de uma sub-bacia ou bacia hidrográfica para uma outra zona geograficamente distinta (Davies *et al.*, 1992). Nesta definição estão incluídas transferências de água intra-bacias ou inter bacias (IBT a partir do termo inglês), ambas apresentando efeitos ecológicos, cujo tipo e magnitude variam muito e têm de ser avaliados caso a caso. À escala mundial, estes projectos encontram-se em geral bem documentados em termos de planeamento e engenharia, mas não sobre os efeitos ecológicos específicos que geram ou irão gerar no meio aquático (e.g. Mathews *et al.*, 1996).

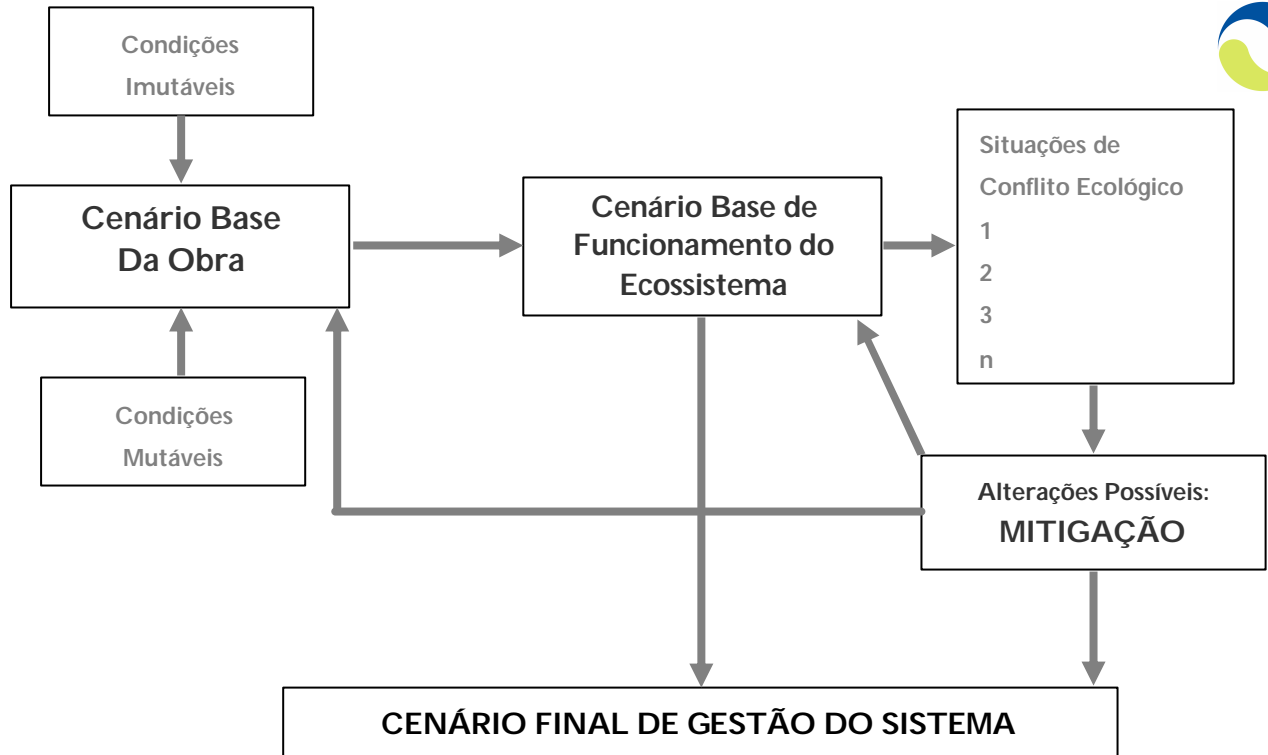


Figura 4.6.1 - Metodologia geral de definição de formas de mitigação e de gestão ecológica de obras hidráulicas em sistemas aquáticos dulçaquícolas

Entre os efeitos ecológicos mais frequentemente apontados em IBT, contam-se: perda de integridade biogeográfica e misturas genéticas, perda de biotas endémicos, introdução frequente de espécies alienígenas e frequentemente invasoras, dispersão de doenças transmitidas por vectores ligados ao meio aquático, alterações físicas do habitat, da qualidade da água e do regime hidrológico nos sistemas fluviais receptores e estuarinos associados e efeitos climáticos (Golubev & Biwas, 1979; Davies *et al.*, 1992). Isoladamente ou em conjunto, estes efeitos são apontados em situações muito diversas, para diferentes regiões do globo e para transferências de água de dimensão muito variável. Frequentemente, presume-se que tenham ocorrido dados efeitos mas estes não são suficientemente demonstrados (e.g. transposição de fauna piscícola - Mas-Hernandez, 1986 para o IBT Tejo-Segura) e, na maior parte dos casos, não é realizada a monitorização após a obra concluída.

Nos IBT incluem-se uma grande diversidade de situações de localização e caudal transferido, e de dimensões do sistema fluvial e da bacia hidrográfica, para além da variabilidade do próprio circuito hidráulico e regime das transferências, que podem ser sazonais ou permanentes, intermitentes ou por pulsos. A designação de *dador* e *receptor* refere-se, respectivamente, ao sistema fluvial que fornece e recebe a água transferida. Existem assim, muitas combinações possíveis de IBT resultantes de a zona dadora ou receptora (ou ambas) poderem ser albufeiras ou sistemas fluviais, de a água poder ser transferida em canal a céu aberto ou conduta e com diferentes velocidades e pressões, e ainda da transferência variar muito quanto a volumes e regimes.





A quantidade de combinações de obra, geradoras de conjuntos de efeitos ecológicos possíveis, é muito grande. Assim: (i) cada caso tem que ser analisado isoladamente; (ii) os efeitos ecológicos de carácter geral frequentemente apontados podem não ter qualquer correspondência em termos locais e da mesma forma surgirem outros que geralmente não são apontados (para além do efeito possível de escala, quando estão regionalmente envolvidos vários IBT); e (iii) o IBT tem que ser visto num contexto ecológico integrado, incluindo os sistemas fluviais e lânticos a ele associados. Contudo, a literatura e experiência científicas sobre IBT, quer respeitante aos efeitos ecológicos quer às medidas mitigadoras, é ainda representada por um número relativamente pequeno de exemplos, normalmente referidos a situações particulares (uma síntese de publicações pode ser encontrada em Ferreira *et al.*, 1999), pelo que é necessário recorrer a conhecimentos limnológicos de base e realizar o seu enquadramento e aplicação ao caso específico do IBT Guadiana-Sado.

#### 4.6.3.3. Situação ecológica presente; cenários de referência

O projecto em análise irá desenvolver-se em duas bacias hidrográficas contíguas - as bacias do Sado e Guadiana. A descrição da situação ecológica presente - que permite identificar os *noda* de conflito ambiental no IBT Guadiana-Sado e que contextualiza as propostas de mitigação apresentadas - foi baseada na informação existente para os dois sistemas envolvidos. As fontes de informação foram diversas e contemplaram desde relatórios de estudos de impacte ambiental e documentos não publicados a publicações em revistas científicas internacionais.

A caracterização geral apresentada para cada uma das bacias não pretende ser exaustiva mas tão somente descrever de forma sumária a situação ambiental já existente, sendo detalhada a apresentação da zona directamente influenciada pelo projecto, bacias hidrográficas do rio Degebe (afluente do Guadiana) e da ribeira de Oriola/Odivelas (afluente do Sado).

#### **Delimitação do âmbito da caracterização**

Para a caracterização da situação de referência ecológica que se apresenta de seguida apenas foram considerados os ecossistemas aquáticos propriamente ditos, incluindo as comunidades de fitoplâncton e de macrófitos, entre os produtores primários, e de zooplâncton, macroinvertebrados bentónicos e peixes, entre os consumidores secundários. Todavia, são abordadas também algumas componentes dos ecossistemas ribeirinhos, em particular os referentes à vegetação ribeirinha/ripária, bem como sumariamente os aspectos relacionados com a qualidade da água, em particular os descritores ecológicos do estado de qualidade e os seus principais determinantes.



De qualquer modo, dada a profunda ligação, intrínseca e funcional, entre os ecossistemas aquáticos e a estrutura/funcionamento das respectivas bacias de drenagem, numa interactividade longitudinal, transversal e vertical (Ferreira & Moreira, 2002), a abordagem dos factores organizacionais de cada comunidade e dos ecossistemas em análise envolverá variáveis de âmbito mais vasto, o mesmo sucedendo para a qualidade da água.

### **Bacia do Guadiana**

Os ecossistemas aquáticos da bacia hidrográfica do Guadiana destacam-se pela sua riqueza piscícola em formas endémicas, essencialmente ciprinídeos, com comunidades que apresentam várias espécies com graus de ameaça no Livro Vermelho dos Vertebrados Portugueses - Volume II (SPRCN, 1991), incluindo algumas cuja ocorrência em Portugal é aí exclusiva. Salienta-se a esse nível o Saramugo, cuja área de distribuição mundial, além de um pequeno núcleo na bacia do Guadalquivir, se restringe à bacia do Guadiana. De facto, em termos dos valores patrimoniais das comunidades aquáticas presentes, a comunidade piscícola da bacia do Guadiana sobressai pelo seu valor intrínseco

Antes da construção da barragem de Alqueva, o Guadiana era a única das grandes bacias hidrográficas luso-espanholas sem barragens no seu curso principal em território português, apesar de fortemente regularizado no seu percurso espanhol. O enchimento da albufeira de Alqueva e albufeiras associadas, e a consequente transformação de uma parte substancial dos sistemas aquáticos continentais da bacia, são factores determinantes na evolução presente das comunidades aquáticas, bem como a crescente utilização consumptiva da água na parte espanhola da bacia, que condiciona as aflúncias ao território português.

### **Qualidade da água**

No geral, a qualidade da água do rio Guadiana apresenta vários problemas, embora seja fortemente variável em função dos caudais circulantes (pior qualidade em anos secos, nos períodos de menor caudal e em função da regularização) e das cargas poluentes afluentes em território nacional, sendo também determinante a qualidade da água recebida de Espanha (HIDROPROJECTO *et al.*, 1999). Em toda a bacia os principais contaminantes são de natureza orgânica, reflectindo-se nos valores de parâmetros como o CBO5, CQO e oxigénio dissolvido, indicadores da presença de matéria oxidável. Várias das albufeiras da bacia com informação de qualidade da água revelam também problemas, e igualmente relacionados com poluição orgânica.

Na albufeira de Alqueva e em particular para a captação da estação elevatória dos Álamos, início do IBT Guadiana-Sado, as simulações de qualidade da água realizadas no âmbito do Plano de Ordenamento das



Albufeiras de Alqueva e Pedrógão (FBO, 2000), revelaram uma qualidade aceitável, embora com alguns problemas, sobretudo ao nível do fósforo, que, para as condições simuladas, apresentou sempre concentrações elevadas (i.e. fosfato sempre superior a 250 mg/l e fósforo total sempre superior a 82 mg/l), *propiciadoras a curto-médio prazo de condições de eutrofia*.

No âmbito do *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva, Bloco do Baixo Alentejo* (FBO, 2001) foram realizadas simulações da qualidade da água na albufeira do Loureiro com o funcionamento do transvase (através do modelo CE-QUALW2). De acordo com as referidas simulações, a albufeira do Loureiro poderá estratificar, comportando-se nesse caso como um sistema monomítico quente. Tendo em conta as diminutas afluições geradas na própria bacia em relação aos volumes transvasados de Alqueva, a qualidade da água, nomeadamente no respeitante à concentração de nutrientes, será essencialmente determinada pelas concentrações destes na albufeira de Alqueva, na zona da tomada de água.

A jusante da barragem do Loureiro a regularização dos caudais provocará alterações substanciais na dinâmica ecológica da ribeira, sobretudo se não for implementado um justificado regime de caudais ecológicos, capaz, nomeadamente, de manter a variabilidade sazonal do caudal da ribeira e as suas condições de intermitência, importante determinante da sua estrutura ecológica. A questão da determinação do regime de caudal ecológico para a barragem do Loureiro, e também para a barragem do Alvito, é abordada no ponto 6.7.3.

### ***Produtores primários***

O fitoplâncton do rio Guadiana e de algumas albufeiras desta bacia (e.g. Monte Novo) apresenta-se inventariado e relativamente bem estudado (FBO, 2001, e referências nele contidas; Ferreira & Godinho, 2002), tendo sido identificadas mais de 150 espécies. Em termos de dinâmica temporal, verifica-se uma sucessão típica, com o domínio primaveril de clorófitas, a transição para um co-domínio e finalmente domínio de cianófitas no Verão. As densidades de fitoplâncton no rio Guadiana são elevadas, em particular no Verão e em anos mais secos, de menor caudal, onde o domínio das cianófitas é mais evidente, ocorrendo frequentemente florações. Este ciclo de dominância fitoplanctónica, típico de zonas eutróficas, é semelhante ao observado recentemente na albufeira de Monte Novo (Oliveira, 1996).

Os hidrófitos apresentam baixa densidade e riqueza no Guadiana, em particular no seu curso principal, que é fortemente condicionado pelo substrato geológico. Nos estudos efectuados *Myriophyllum spicatum* e *Ceratophyllum demersum* apresentam-se como os *taxa* aquáticos indígenas dominantes na bacia. *Azolla filiculoides* pode por vezes apresentar crescimentos intensos, tal como aconteceu em 1993. Além destas espécies, *Lemna gibba* ocorre também com alguma frequência (Ferreira *et al.*, 1998).



A vegetação ribeirinha, quer por acção antrópica, quer pelas condições edafoclimáticas limitativas para o desenvolvimento vegetativo, apresenta com frequência uma expressão reduzida, embora em alguns afluentes possa apresentar uma razoável cobertura e riqueza (PBH Guadiana, 1999; Ferreira *et al.*, 1998; 2002). No PNA (2002), o mapeamento SIG de classes de cobertura ripária indicando bom coberto (contínuo e bem desenvolvido de ambos os lados do rio ou presente em ambos os lados) correspondeu apenas a 39% do comprimento fluvial, enquanto 26% eram referidos a galerias inexistentes, descontínuas ou esparsas. Os restantes 35% correspondem galerias semi-contínuas, apenas numa margem.

Após a construção da albufeira do Loureiro, que será utilizada como um reservatório de passagem dos elevados caudais transferidos do Guadiana para o Sado, o que se traduz em tempos de retenção muito baixos na albufeira, em média inferiores a uma semana, a dinâmica das várias comunidades bióticas será muito instável. Tal como noutras albufeiras, incluindo a do Alqueva, os macrófitos terão grandes dificuldades em se estabelecer na zona litoral, que, entre os níveis normais de funcionamento será fortemente erosionada pelas constantes variações de nível.

### *Consumidores*

O zooplâncton do rio Guadiana foi estudado em várias ocasiões, nomeadamente no âmbito dos estudos de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva (DRENA-EGF, 1986; SEIA, 1995), sendo dominado por rotíferos, tal como é habitual em comunidades potamoplanctónicas, e apresentou densidades médias de  $198 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$  com três picos de produtividade - Primavera, Verão e Outono.

Somente a albufeira de Monte Novo apresenta informação relativamente recente sobre a comunidade zooplânctónica (Monteiro, 1996). O zooplâncton desta albufeira apresentou uma densidade moderada (entre os  $10 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$  e os  $91 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ ), embora inferior às densidade de algumas albufeiras do Sul claramente eutróficas. No período estudado - Março de 1994 a Março de 1995 - a comunidade foi dominada por cladóceros do género *Daphnia*.

Num trabalho sobre macroinvertebrados bentónicos realizado em sete pontos de amostragem de três afluentes do Guadiana - que foram amostrados trimestralmente entre Abril de 1995 e Abril de 1997 - os Diptera dominaram claramente as comunidades (73,2%), sendo seguidos pelos Ephemeroptera (10,3%), Coleoptera (4,1%) e Trichoptera (3,1%) (Pires *et al.*, 2000). No geral, os Plecoptera e os Ephemeroptera apareceram associados aos troços de amostragem mais próximos das cabeceiras, que foram também os mais diversos.

Um estudo espacial mais abrangente realizado sobre os macroinvertebrados, com inventários por toda a bacia do Guadiana, revelou igualmente um claro domínio dos Diptera nas comunidades (Cortes *et al.*,



1998), o que se reflectiu na obtenção de valores de índices bióticos reveladores de *uma má qualidade da água* (SEIA, 1995). Todavia, o período de amostragem utilizado (Verão) e a realização das amostragens num ano seco (1994) poderão ter condicionado os resultados.

No âmbito do Estudo de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro (NEMUS, 2002) os macroinvertebrados bentónicos foram inventariados na ribeira do Loureiro, em quatro estações de amostragem e em três ocasiões sucessivas (Fevereiro, Março e Abril de 1998). As famílias dominantes foram os Baetidae (Ephemeroptera), os Leuctridae (Plecoptera), os Simuliidae e os Chironomidae (ambos Diptera). Os índices bióticos determinados indicaram uma *qualidade da água intermédia*. Estes trabalhos, bem como outros que tiveram como objecto de estudo esta comunidade (e.g. Morais, 1995), salientam como determinantes principais da estrutura das comunidades as variações (irregularidade) de caudal e a perturbação do substrato do leito.

A bacia do rio Guadiana é muito importante do ponto de vista biogeográfico no que respeita à sua comunidade piscícola continental, com um elevado número de endemismos ibéricos, o que denota uma história muito própria e um isolamento antigo. A ecologia da ictiofauna continental desta bacia tem sido estudada com alguma intensidade, nomeadamente no âmbito de projectos de alguma forma relacionados com o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (e.g. DRENA-EGF, 1986; SEIA, 1995; Godinho *et al.*, 1997; Collares-Pereira *et al.*, 1998; Godinho & Ferreira, 1998; Pires *et al.*, 1999, 2000, 2001; Cowx & Collares-Pereira, 2000; Godinho *et al.*, 2000; Filipe *et al.*, 2002). No Quadro 4.6.1 são listadas as espécies de ictiofauna dulçaquícola existentes na bacia.

As comunidades dulçaquícolas nativas são claramente dominadas pelos ciprinídeos, sendo neste grupo de salientar, pela sua raridade e circunscrição mundial quase exclusiva à bacia do Guadiana, o Saramugo, espécie em relação à qual foi realizado um projecto de conservação LIFE, que decorreu entre 1997-2000. O projecto incluiu um inventário global de distribuição actual da espécie, que se encontra presentemente circunscrita às sub-bacias do Caia, Xévorá, Degebe, Ardila, Chança, Carreiras, Odeleite, Vascão e Foupana. Na bacia do Degebe a distribuição actual do Saramugo não abrange, todavia, a ribeira do Loureiro, embora tenha sido encontrado na ribeira da Pecena.

Em termos globais (e antes da construção da barragem de Alqueva e do enchimento da respectiva albufeira, a decorrer), as comunidades piscícolas continentais da parte portuguesa da bacia do Guadiana eram constituídas (de acordo com a estrutura habitacional de cada troço) por (i) associações caracterizadas pela abundância relativa dos pequenos ciprinídeos nativos (em particular o escaló, bordalo e as pequenas classes de dimensão dos barbos, *Barbus* spp.) e (ii) associações caracterizadas pela elevada abundância relativa da perca sol, do achigã, do chanchito - todas espécies exóticas - e das grandes classes de dimensão dos barbos.



Quadro 4.6.1 - Espécies piscícolas das bacias hidrográficas do Sado e do Guadiana (porção portuguesa), e, mais especificamente, inventariadas para os cursos de água da ribeira do Loureiro e da ribeira de Oriola/Odivelas: <sup>a)</sup> a montante da barragem do Alvito, <sup>b)</sup> entre as barragens do Alvito e de Odivelas; <sup>c)</sup> a jusante da barragem de Odivelas. ©Espécies migradoras não potamódromas. \*Espécies endémicas. + espécies não migradoras que ocorrem unicamente numa das bacias em análise. CT - comercialmente ameaçada; V - vulnerável; R - rara; E - em perigo; NT - não ameaçada

Taxa	Nome comum	Estatuto de conservação	Presença na bacia do Guadiana	Presença na bacia do Sado	Presença na ribeira do Loureiro	Presença na ribeira de Oriola/Odivelas <sup>a)</sup>	Presença na albufeira do Alvito	Presença nas ribeiras de Oriola/Odivelas <sup>b)</sup>	Presença nas ribeiras de Oriola/Odivelas <sup>c)</sup>
<b>Petromyzontidae</b>									
<i>Petromyzon marinus</i> ©	Lampreia-marinha	V							
<b>Anguillidae</b>									
<i>Anquilla anquilla</i> ©	Enquia	CT							
<b>Clupeidae</b>									
<i>Alosa alosa</i> ©	Sável	V							
<i>Alosa fallax</i> ©	Savelha	V							
<b>Cyprinidae</b>									
<i>Anaocypris hispanica</i> *	Saramugo	E		+					
<i>Barbus comiza</i> *	Barbo-trombeteiro	R		+					
<i>Barbus microcephalus</i> *	Barbo-de-cabeça-pequena	R		+					
<i>Barbus sclateri</i> *	Barbo do Sul	R		+					
<i>Barbus Steindachneri</i> *	Barbo de Steindachner	R		+					
<i>Barbus bocagei</i> *	Barbo do Norte	NT	+						
<i>Carassius auratus</i>	Pimpão	Exótica							
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Exótica							
<i>Chondrostoma polylepis</i> *	Boça	NT	+						
<i>Chondrostoma willkommii</i> *	Boça do Guadiana	R		+					
<i>Chondrostoma lusitanicum</i> *	Boça portuguesa	R	+						
<i>Chondrostoma lemmingii</i> *	Boça-de-boca-arqueda	R		+					
<i>Squalius pyrenaicus</i>	Escalo	NT							
<i>Squalius alburnoides</i>	Bordalo	NT							
<b>Cobitidae</b>									
<i>Cobitis paludica</i> *	Verdemã	NT							
<b>Esocidae</b>									
<i>Esox Lucius</i>	Lúcio	Exótica		+					
<b>Centrarchidae</b>									
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perca-sol	Exótica							
<i>Micropterus salmoides</i>	Achiçã	Exótica							
<b>Poeciliidae</b>									
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambúsia	Exótica							
<b>Cichlidae</b>									
<i>Cichlasoma facetum</i>	Chanchito	Exótica							
<b>Blennidae</b>									
<i>Salaria fluviatilis</i>	Caboz-de-água-doce	V		+					



As primeiras associações ocorriam em troços de menores dimensões (i.e. mais estreitos e menos profundos), usualmente em afluentes do Guadiana e mais próximo das cabeceiras. As últimas associações estiveram ligadas aos troços de maiores dimensões, tipicamente situados no rio principal ou em troços de afluentes longe das cabeceiras.

Tendo em conta os vários estudos realizados sobre a ictiofauna do Guadiana, incluindo também trabalhos realizados no troço espanhol da bacia (e.g. Corbacho *et al.*, 2001), e tendo por base a síntese realizada em Godinho (2003), é possível postular que estas associações eram primordialmente modeladas por factores ambientais dependentes da hidrologia, nomeadamente a separação das espécies piscícolas do baixo Guadiana ao longo do gradiente observado entre os afluentes (e nestes à medida que se caminha de montante para jusante) e o rio principal através de (i) as distintas capacidades de tolerância aos ambientes criados por intensidades crescentes de intermitência hidrológica, (ii) a adaptabilidade a sistemas lacustres e (iii) a resistência à predação.

Na bacia do Guadiana, ocorrem várias espécies piscícolas exóticas com expressão importante, salientando-se os centrarquídeos perca-sol e achigã, que têm aproveitado as transformações dos sistemas aquáticos, muito especialmente a regularização, para aumentarem a sua área de dispersão e abundância local (Godinho & Ferreira, 1998; Godinho *et al.*, 1998; Godinho, 2003).

Nas albufeiras do Guadiana (nomeadamente nas albufeiras de Monte Novo, Tapada Grande e Tapada Pequena) são estas as espécies mais abundantes, representando frequentemente mais de 90% dos exemplares amostrados (Godinho & Ferreira, 1996; Godinho *et al.*, 1998; HIDROPROJECTO *et al.*, 1999; Godinho, 2003), o que releva de forma clara a superior adaptabilidade destes *taxa* às condições ambientais oferecidas pelas albufeiras desta bacia.

Concretamente para a bacia do Degebe, existe informação recolhida a partir de várias amostragens piscícolas (e.g. Collares-Pereira, 1990; Godinho *et al.*, 1997; Godinho & Ferreira, 1998; Collares-Pereira *et al.*, 1998), tendo a ribeira do Loureiro sido inventariada no EIA da Barragem do Loureiro (NEMUS, 2002), nos mesmos pontos e nas mesmas épocas de amostragem utilizadas para os macroinvertebrados bentónicos. Tal como postulado por Godinho (2003), a comunidade apresentou-se dominada por formas nativas, em particular *Squalius alburnoides* e *Squalius pyrenaicus* (Quadro 4.6.1). Em termos de espécies exóticas foi apenas encontrado o chanchito.

A construção de uma barragem acarreta alterações drásticas dos habitats fluviais existentes, com a diminuição ou paragem do fluxo longitudinal, redução da conexão longitudinal fluvial, criação de um sistema lacustre com uma zona pelágica bem desenvolvida e perda da zona litoral fluvial com a criação de



uma nova zona litoral lacustre, muito diferente da existente antes da submersão (e.g. Margalef, 1983; Granado-Lorencio, 1996).

Reorganizações profundas das comunidades biológicas fluviais são observadas nos primeiros anos após a construção de uma barragem/albufeira, quer a jusante quer a montante da estrutura transversal instalada (Granado-Lorencio & Garcia-Novo, 1981, 1985, Petts, 1988, Martinez *et al.*, 1994, Santbergen & van Westen, 1995, Rodriguez-Ruiz, 1998).

Com a construção da albufeira do Loureiro, a comunidade piscícola na nova albufeira transformar-se-á, com variações na abundância relativa dos vários taxa presentes - prevendo-se o aumento da abundância relativa dos ciprinídeos potamódromos, como o barbo, presente na ribeira do Loureiro, já que são geralmente dos poucos ciprinídeos com capacidade para persistir em albufeiras por se deslocarem para se reproduzirem em habitats lóticos existentes nas linhas de água afluentes mas fora do regolfo da albufeira (Rodriguez-Ruiz, 1998).

As oscilações de nível da água acarretam grande instabilidade no sucesso reprodutivo dos peixes aí presentes - ou porque impedem a reprodução das espécies que utilizam a zona litoral ou porque impedem o acesso das espécies aos afluentes, para aí se reproduzirem (Godinho & Ferreira, 1998; Godinho, 2003).

Apesar de proibido legalmente, quer à luz da legislação que regula a pesca em águas interiores (Lei n.º 2097/1959 de 6 de Junho, e Decreto-Lei n.º 44 632/1962 de 10 de Outubro), quer de acordo com o recente Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de Dezembro, que regula a introdução de espécies exóticas em Portugal, será na prática muito difícil impedir o aparecimento de espécies introduzidas na albufeira, geralmente por pescadores desportivos, em particular o achigã. Quando estas espécies surgirem no regolfo da albufeira, a transformação da comunidade piscícola original será ainda mais marcada.

## **Bacia do Sado**

Os ecossistemas aquáticos e ribeirinhos da bacia do Sado têm sido objecto de alguns estudos, merecendo referência particular os desenvolvidos no Projecto Gestão Ambiental de Sistemas Fluviais, PGASF - aplicação à bacia hidrográfica do rio Sado (Aguiar *et al.*, em publicação; Bernardo *et al.*, em publicação; Moreira *et al.*, em publicação (a) e (b); Pinto, em publicação), e que constituiu a primeira caracterização ambiental global de uma bacia hidrográfica portuguesa. Esta caracterização constituiu igualmente a base da descrição dos sistemas aquáticos realizada no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (PBH Sado, 1999). Ambos os trabalhos, em conjunto com outros realizados pontualmente em estudos de impacto ambiental, académicos ou outros, possibilitaram a presente descrição.





Das duas bacias envolvidas neste estudo, a do *Sado* é a que apresenta globalmente sinais mais óbvios de *degradação ambiental* e, conseqüentemente, ecossistemas aquáticos com menor integridade biótica (senso Karr, 1981). De acordo com o plano de bacia hidrográfica do Sado (PBH Sado, 1999), as principais perturbações ambientais que afectam o património natural associado aos sistemas aquáticos desta bacia são: a escassez de caudal, a imprevisibilidade das secas, a proliferação de espécies piscícolas exóticas e o insuficiente desenvolvimento da vegetação ribeirinha.

Repare-se que todas estas perturbações referidas pelo PBH Sado, resultam directa ou indirectamente do aproveitamento dos recursos hídricos e dos leitos fluviais para actividades humanas, nomeadamente (i) extracção de água para rega e abastecimento, (ii) retorno da água utilizada e poluída para o ecossistema aquático, e em épocas desfasadas das do regime hídrico natural, e (iii) manipulação geral de leitos para compartimentação de campos agrícolas, extracção de inertes, acessos, pascigo, lavagens, etc.

Em termos de actividades humanas, a agricultura desenvolvida na bacia de drenagem parece ser, directa e indirectamente, a principal promotora das alterações registadas pelos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos continentais, sobretudo através da construção de várias barragens e da formação das albufeiras associadas (capacidade total de armazenamento de 702 hm<sup>3</sup>), da agricultura intensiva promovida em extensas áreas na bacia e das actividades de agro-pecuária, também muito comuns.

### **Qualidade da água**

Em termos gerais, a poluição difusa de origem agrícola tem levantado preocupações na bacia do Sado, embora seja dificilmente quantificável (contudo, algumas estimativas podem ser encontradas no PNA, 2002), bem como a poluição pontual de efluentes domésticos, de agro-indústrias, de pecuárias e de minas de pirite abandonadas.

Ao nível das fontes poluentes inventariadas no PBH Sado, 44% destas descarregavam directamente para linhas de água. Por exemplo, nos dados de qualidade obtidos no âmbito do PGASF para a ribeira de Odivelas, a montante e a jusante da barragem com o mesmo nome, foram classificados (de acordo com INAG: 5 classes desde A - água sem poluição a E - água extremamente poluída) nas classes C, D e E (1994/1995/1996) a montante, e C e E a jusante, embora estes dados se reportem a anos particularmente secos. A qualidade da água parece ter melhorado nos anos seguintes, hidrologicamente mais favoráveis à diluição dos efluentes, mas mantendo-se classificada como poluída.

No âmbito do EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001), a qualidade da albufeira do Alvito (Fotografia II.5, Volume II), para uma série reduzida de anos com dados disponíveis, foi classificada na



classe D (muito poluída), embora tal como para o rio Sado a qualidade da água da albufeira melhora (para a classe B) com a consideração estrita dos dados referentes aos anos húmidos de 1996 e 1997.

Esta classificação, tal como as anteriores para o sistema fluvial, baseia-se no pior caso, de qualquer um dos vários parâmetros analisados, registado em qualquer das épocas/anos de amostragem. Para a albufeira do Alvito, o pior caso resultou de valores pontuais de coliformes totais associados a fontes pontuais de águas residuais urbanas afluentes à albufeira.

Actualmente (i.e., sem transvases), a albufeira do Alvito apresenta tempos de retenção da água armazenada da ordem dos 4 anos, ou seja, bastante elevados, contribuindo este facto para uma certa estabilidade térmica e hidrodinâmica da albufeira.

No âmbito do EPIA do Subsistema de Alqueva (FBO, 2001), foram realizadas simulações da qualidade da água na albufeira do Alvito com o transvase em funcionamento (através do modelo CE-QUALW2). De acordo com as referidas simulações a albufeira do Alvito manterá um comportamento térmico monomítico quente, com estratificação de Primavera-Verão, mas com tempos de retenção bastante mais baixos, entre 1 e 3 meses.

### ***Produtores primários***

De acordo com a informação disponível, a bacia do Sado é relativamente pobre em termos de macrófitos, sobretudo hidrófitos (Aguar *et al.*, em publicação). As comunidades presentes são fortemente influenciadas pelas actividades agrícolas da bacia, que perturbam os habitats e disponibilizam grandes quantidades de nutrientes.

Assim, as espécies que ocorrem são bastante tolerantes, cosmopolitas e potencialmente apresentando elevados crescimentos. Referem-se como espécies aquáticas de ocorrência relevante nesta bacia: *Eichhornia crassipes*, *Azolla filiculoides*, *Ranunculus peltatus* spp. *baudotii*, e ainda *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*, *Polygonum amphibium*, *Callitriche stagnalis*, *Nymphaea lutea* e *Baldellia ranunculoides*.

Os problemas de crescimento excessivo de macrófitos são bastante frequentes no Sado, nomeadamente no Baixo Sado, salientando-se a esse nível *A. filiculoides* e *E. crassipes*, ambas espécies exóticas de grande agressividade ecológica, embora quase todos os outros taxa possam também proliferar. *Este panorama é um claro sinal do desequilíbrio ambiental da bacia, nomeadamente no que toca a um nível geral elevado de nutrientes.*



As galerias ribeirinhas da bacia foram caracterizadas de forma rigorosa em 77 locais de 250 m distribuídos de forma regular pela área da bacia no âmbito do PGASF. Estas galerias são estreitas em termos laterais e delimitadas naturalmente pela aridez climática. Contudo, a sua área tem sido substancialmente diminuída por alterações dos perfis dos leitos, regularização de caudais e cortes de vegetação ripária, apresentando no geral um desenvolvimento muito reduzido.

No PNA (2002), o mapeamento SIG de classes de cobertura ripária indicando bom coberto (contínuo e bem desenvolvido de ambos os lados ou presente em ambos os lados do rio) correspondeu apenas a 28% do comprimento fluvial enquanto 62% eram referidos a galerias inexistentes, muito descontínuas ou esparsas. Em zonas de menor intervenção humana, onde se inclui a ribeira de Odivelas, é ainda possível encontrar galerias relativamente bem constituídas, embora de desenvolvimento lateral igualmente limitado (Fotografia II.5, Volume II).

Não existem dados sobre as comunidades fitoplanctónicas da albufeira do Alvito e do rio Sado (Ferreira & Godinho, 2002), existindo todavia alguma informação sobre as comunidades de outras albufeiras da bacia - Roxo, Pego do Altar, Odivelas, Campilhas, Monte da Rocha, Santa Clara e Vale do Gaio (ver referências em Ferreira & Godinho, 2002). No entanto, esta informação corresponde maioritariamente a amostragens realizadas na década de 70 e início de 80, encontrando-se muito desactualizada.

A avaliação do estado trófico da albufeira do Alvito permite, todavia, classifica-la como mesotrófica (Ferreira, 2002). Em FBO (2001) foi efectuada uma simulação das condições tróficas presentes nas albufeiras mais directamente envolvidas no transvase, que indicou para o Alvito (sem incluir a ocorrência do transvase) a ocorrência de dois picos de produção fitoplanctónica; um primeiro, na Primavera, que efectua uma grande redução dos nutrientes na massa de água, em particular o fósforo, e um segundo, no fim do Verão, após a ocorrência das primeiras precipitações e a disponibilização de novos nutrientes. O padrão encontrado na simulação é típico de albufeiras mesotróficas de zonas temperadas.

### *Consumidores*

Não existe informação sobre as comunidades de zooplâncton do rio Sado e, em particular, da albufeira do Alvito (Ferreira & Godinho, 2002). Tal como para o fitoplâncton, existe informação sobre as comunidades de outras albufeiras do Sado, mas muito desactualizada (ver referências em Ferreira & Godinho, 2002).

Trabalhos realizados no âmbito do PGASF (com amostragens realizadas em 34 estações fluviais amostradas pontualmente em Março de 1995) revelaram a dominância das comunidades de macroinvertebrados por Chironomidae e Oligochaeta, taxa reveladores de má qualidade da água, embora o ano seco estudado pareça ter influenciado os resultados. Os resultados dos índices de qualidade



determinados com base nos macroinvertebrados, nomeadamente o BMWP' (índice do Biological Monitoring Work Party, adaptado para a Península Ibérica por Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, 1988) revelaram globalmente águas de má qualidade.

No âmbito do EPIA da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998), os macroinvertebrados da ribeira de Odivelas foram inventariados em 11 troços de amostragem, 5 situados entre as albufeiras de Alvito e de Odivelas e os restantes a jusante da albufeira de Odivelas. Nos dois períodos de amostragem realizados foi observado um domínio de espécies das famílias Simuliidae e Chironomidae, ambas da ordem Diptera, reveladoras de má qualidade da água e condições ambientais de baixa oxigenação, o que a determinação de vários índices de qualidade biológica também evidenciou.

Os principais inventários dos peixes desta bacia foram realizados no âmbito do PGASF (Bernardo *et al.*, em publicação, que contemplou a realização de amostragens piscícolas em cerca de 40 estações durante dois períodos de amostragem - fim da Primavera de 1994 e início da Primavera de 1995. A composição da ictiofauna não migradora é, no geral, de baixa riqueza e com populações apresentando fraca integridade biótica, com presença frequente de espécies exóticas, representadas por 6 taxa diferentes (Quadro 4.6.1).

Em relação às espécies nativas, surgem na bacia cinco endemismos ibéricos - o Verdemã (*Cobitis paludica*), a Boga (*Chondrostoma polylepis*), o Barbo-do-norte (*Barbus bocagei*), o Escalo-do-sul (*Leuciscus pyrenaicus*) e o Bordalo (*Squalius alburnoides*), e um endemismo português, a Boga-portuguesa (*Chondrostoma lusitanicum*). Em termos populacionais as espécies nativas são pouco frequentes e apresentam populações desequilibradas, em associações muitas vezes dominadas por taxa exóticos. Em termos preditivos, o regime de caudais (ou a sua desvirtuação) ressalta como factor central na estruturação das associações piscícolas do Sado, quer pela sua variabilidade natural e pronunciada escassez estival, quer pelos efeitos da sua artificialização.

As albufeiras apresentam associações piscícolas completamente distintas das existentes nos troços fluviais, com o domínio claro de (apenas alguns) taxa exóticos bem adaptados a esse tipo de ecossistemas (essencialmente a Perca-sol (*Lepomis gibbosus*), o Achigã (*Micropterus salmoides*) e a carpa (*Cyprinus carpio*)), enquanto que nos troços fluviais as associações piscícolas, frequentemente mais diversas, melhor estruturadas e com uma maior proporção de espécies nativas, se localizam nas zonas de maior caudal ou de maior permanência hídrica, sobretudo no Verão.

O troço da ribeira de Odivelas entre a barragem do Alvito e a albufeira de Odivelas (Fotografia II.5, Volume II) tem presentemente o seu regime hídrico artificializado, devido a ser pelo leito da ribeira de Odivelas que se realiza actualmente a transferência de água da albufeira de Alvito para a albufeira de Odivelas. Este regime levou à manutenção artificial de caudais durante o estio, que curiosamente levou a



que a comunidade piscícola desta ribeira tenha vindo a ser identificada como uma das zonas menos degradadas da bacia do Sado (Coelho *et al.*, 1999; Bernardo *et al.*, em publicação).

Todavia, de acordo com as orientações da CAIA relativas ao EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva, a transferência de caudais entre albufeiras deixará de ser realizada pelo leito de ribeiras, sendo os caudais conduzidos unicamente por canal. Esta alteração ao regime de exploração do sistema de rega traz agora a oportunidade de restaurar o regime hídrico da ribeira de Odivelas aos padrões naturais desta região, o que é abordado no presente estudo pelo estabelecimento de um regime de caudais ecológicos.

Um inventário mais específico da ictiofauna da ribeira Odivelas foi realizado no EPIA da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998) e envolveu a amostragem da comunidade piscícola em duas ocasiões, nos mesmos 11 troços fluviais estudados ao nível dos macroinvertebrados bentónicos (através de pesca eléctrica). A albufeira do Alvito foi ainda amostrada com a utilização de redes, no mesmo trabalho. Finalmente, existe ainda informação sobre a ictiofauna da albufeira resultante de inventários conduzidos entre 1992 e 1994, com pesca eléctrica na zona litoral e redes de tresmalho nas zonas pelágica e profunda (F.N. Godinho e M.I. Castro, dados não publicados).

No Quadro 4.6.1 detalham-se as espécies piscícolas presentes na bacia do Sado e nos diferentes segmentos considerados na ribeira de Odivelas - 1. a montante da albufeira do Alvito; 2. a albufeira do Alvito; 3. entre a barragem de Alvito e a albufeira de Odivelas; e 4. a jusante da barragem de Odivelas. Tal como antes referido, salienta-se pela sua maior integridade biótica, o troço entre a barragem do Alvito e a albufeira de Odivelas, onde se encontra - na área de influência directa do projecto - a única espécie não migradora da bacia com estatuto de ameaça no Livro Vermelho dos Vertebrados Portugueses - Volume II (SNPRCN 1991) - a boga portuguesa.

Em relação à albufeira do Alvito, e como é comum em muitas albufeiras do Sul, esta apresenta uma comunidade piscícola dominada claramente por espécies exóticas - perca sol e achigã, como o demonstra os dados apresentados no Quadro 4.6.2.

Quadro 4.6.2 – Percentagem do número total de exemplares amostrados entre 1992 e 1994 na albufeira do Alvito (F. Godinho e M.I. Castro, dados não publicados)

Espécies	Perca-sol	Achigã	Escalo	Barbos	Carpa
% do número total de exemplares capturados	88,6	7,1	2,6	0,2	1,4



#### 4.6.4. Síntese

##### 4.6.4.1. Ecossistemas Terrestres

As acções inerentes à construção e exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito terão efeitos sobre a flora e fauna terrestre da área de estudo e sobre os seguintes habitats naturais de importância comunitária, ao abrigo da Directiva Habitats (92/42/CEE, transposta pelo D.L. 140/99):

- 6310 - Montados de *Quercus* spp. de folha perene;
- 92A0 – Galerias ripícolas de *Salix* spp. e *Populus* spp.;
- 92D0 - Galerias Ripícolas termomediterrânicas e matos ribeirinhos (*Nerio - Tamaricetea*) e do Sudoeste da Península Ibérica (*Securinegion tinctoriae*).

De entre os habitats presentes, os montados de sobro e azinho englobam as comunidades vegetais e animais mais importantes do ponto de vista conservacionista. As galerias ripícolas são também biótopos de elevada importância ecológica, embora apresentem uma presença muito reduzida na área de estudo.

A vegetação da área de estudo é composta por agrupamentos resultantes da degradação das comunidades climáticas outrora existentes. Ocorrem os olivais, as culturas anuais de sequeiro, pastagens e pousios, os montados e as linhas de água com vegetação ripícola.

A flora da área de estudo engloba uma biodiversidade considerável, tendo sido inventariadas 135 espécies, algumas das quais de grande interesse botânico e conservacionista, como por exemplo as diversas espécies endémicas e as espécies de importância comunitária.

Os biótopos com um maior grau de intervenção humana como os olivais, as culturas anuais e grande parte dos montados apresentam uma elevada dominância de comunidades vegetais herbáceas características de comunidades intervencionadas. Nesta vegetação incluem-se os terófitos pertencentes às famílias *Poaceae*, *Asteraceae* e *Caryophyllaceae* e a classe *Stellarietea media* constitui o agrupamento fitossociológico mais frequente.

As actividades de perturbação são menos efectivas nos montados com sub-coberto arbustivo, facto que permite o desenvolvimento de comunidades estratificadas e preservadas típicas destes habitats mediterrânicos. As comunidades observadas incluem-se maioritariamente nas classes *Quercetea ilicis* e *Cisto-Lavanduletea*.

No que respeita à fauna foram inventariadas 13 espécies de anfíbios, 19 espécies de répteis, 118 espécies de aves e 34 espécies de mamíferos, o que corresponde a um elenco relativamente rico e diverso. Entre



estas espécies contam-se diversas com estatuto de conservação a nível nacional e europeu, o que igualmente valoriza a comunidade animal presente na área de estudo e indicia a necessidade da sua conservação. Entre os habitats presentes na área de estudo, os montados de sobro e azinho são claramente os que apresentam maior importância e capacidade de sustentação para os grupos animais presentes na área de estudo, dependendo da conservação deste habitat a manutenção das comunidades descritas.

#### 4.6.4.2. Ecossistemas Aquáticos

Da caracterização efectuada ressalta que os factores estruturantes das comunidades bióticas e da ecologia fluvial nas bacias do Guadiana e do Sado são similares, relacionando-se com aspectos da sua hidrologia e morfodinâmica, em particular o grau de intermitência. Este padrão de processos ecológicos comuns de funcionamento não é de estranhar, em bacias contíguas e com semelhanças climáticas e hidrológicas.

Como factor principal de perturbação nas duas bacias identificou-se a *artificialização do regime hidrológico natural*, através da construção de barragens e consequentes alterações profundas provocadas nos habitats aquáticos a montante e a jusante destas estruturas: este é presentemente o factor antrópico principal determinante da estrutura das comunidades biológicas das duas bacias, em particular porque se trata de uma zona de regime hidrológico muito irregular e originalmente sem ecossistemas lênticos naturais propriamente ditos.

O segundo factor antrópico determinante da dinâmica das comunidades biológicas consiste no tipo e intensidade de actividades humanas presentes em cada bacia de drenagem e que, de várias formas, resultam no *enriquecimento dos sistemas aquáticos em nutrientes*, promotores directos de crescimentos explosivos periódicos dos produtores primários – algas e plantas vasculares. Para além da regularização e da eutrofização, outros factores de perturbação influem igualmente nas comunidades biológicas, muitos deles também indirectamente relacionados com estes.

Em termos patrimoniais das comunidades aquáticas presentes, sobressai pelo seu valor intrínseco a bacia do Guadiana, fruto da sua comunidade piscícola, rica em formas endémicas, algumas cuja ocorrência em Portugal é exclusiva (c.f. Quadro 4.6.2).

Ao contrário das outras comunidades aquáticas, como o plâncton, macrófitos e macroinvertebrados, compostas maioritariamente por espécies de distribuição regional alargada, a comunidade piscícola nativa é substancialmente diferente entre as duas bacias analisadas, já que ambas as ictiofaunas evoluíram geograficamente isoladas.



Em termos teóricos e tendo por base o que é conhecido sobre as características comportamentais e ecológicas das espécies em questão é possível que os representantes dos géneros *Barbus* e *Chondrostoma* das duas bacias possam hibridizar entre si. Esta situação é potencialmente mais grave no que se refere a *Chondrostoma lusitanicum* – cuja espécie congénere mais próxima se encontra na ribeira do Loureiro, a *Chondrostoma lemmingii* (Collares-Pereira, 1983), e menos para *Barbus bocagei* e para *Chondrostoma polylepis*, dadas as grandes áreas de distribuição que apresentam em Portugal e o facto de *Chondrostoma willkommii* não ter sido encontrada na ribeira do Loureiro.

Além das duas bogas de boca curva, o *Squalius alburnoides* também pode representar problema por apresentar diferenças genéticas significativas entre as duas bacias (FBO, 2001). Desta forma, é fundamental assegurar a não passagem de formas piscícolas entre as duas bacias.

#### **4.6.5. Evolução da situação de referência na ausência de projecto**

##### **4.6.5.1. Ecossistemas Terrestres**

As comunidades animais e vegetais observadas são características dos biótopos presentes, do tipo de intervenções que este sofrem e das características físicas do meio como o clima mediterrânico que condiciona a vegetação.

A manter-se a situação actual as comunidades existentes também manter-se-ão, desconhecendo-se a existência de outros projectos para a região com interferência sobre a componente ecológica da área de estudo. A conservação das espécies vegetais e animais mais sensíveis descritas para a área de estudo passa sobretudo pela manutenção das áreas de montados presentes actualmente na área de estudo, sendo que não se prevê a alteração do uso do solo dessas áreas dada a fraca aptidão agrícola destes solos.

##### **4.6.5.2. Ecossistemas Aquáticos**

###### **Bacia do Guadiana**

Na ausência da proposta em análise (ligação hidráulica Alqueva - Alvito) a dinâmica ecológica dos sistemas directamente envolvidos nesta bacia - albufeira de Alqueva, ribeira do Loureiro e outros cursos de água da bacia do rio Degebe - continuaria a manifestar os traços ecológicos principais identificados na caracterização efectuada.





As comunidades biológicas da albufeira de Alqueva continuarão a evoluir, nomeadamente a comunidade piscícola, no sentido da substituição das componentes populacionais lóxicas que existiam no rio por componentes tipicamente lênticas. Assim, prevê-se a continuada progressão da abundância relativa das espécies piscícolas exóticas, em particular a perca sol e o achigã, espécies bem adaptadas às albufeiras da bacia do Guadiana (Godinho, 2003) e o continuado declínio de taxa como o escalão, o bordalo, as bogas e os barbos (Godinho & Ferreira, 1998; Godinho *et al.*, 1998). Esta evolução, fomentada primordialmente pela transformação do habitat, não poderá ser evitada, independentemente da manipulação e gestão piscícola conduzida na albufeira (Godinho, 2003).

Os ciclos de produtividade planctónicos manterão, a curto prazo e no essencial, a dinâmica temporal e de taxa já observada no rio Guadiana, incluindo a possibilidade de ocorrerem florações de cianofíceas. Presume-se que num futuro próximo será realizado um esforço no sentido da diminuição da afluência de nutrientes à nova massa de água (e.g. através da desmatização da zona a inundar, da construção de ETARes, da aplicação do código de boas práticas agrícolas e da implementação de acções de recuperação em função de instrumentos legais, nomeadamente a Convenção Luso-Espanhola de 1998 e a Directiva-Quadro da Água). Assim, espera-se que a médio prazo os nutrientes afluentes à albufeira possam ser substancialmente reduzidos, provocando alguma regressão trófica da nova massa de água. A regressão trófica dependerá igualmente de acções de intervenção directa na massa de água, caso elas se processem. Contudo, estas medidas tenderão a repercutir-se na qualidade dos ecossistemas aquáticos de uma forma progressiva e temporalmente lenta, em função do esforço envolvido, mas também de outras condicionantes, como a regeneração interna do fósforo que se verificar na(s) futura(s) albufeira(s).

Os macrófitos, já raros no troço do rio Guadiana entretanto inundado, ou a inundar brevemente, continuarão a apresentar coberturas reduzidas, dadas as oscilações de nível que a albufeira registará e a inestruturação de margens igualmente características deste tipo de massas de água (c.f. Ferreira, 2000a e 2000b), o que impedirá o estabelecimento durável de comunidades litorais de macrófitos na albufeira. Neste caso concreto, a terem lugar diversas acções mitigadoras possíveis (que não serão abordadas neste trabalho por extravasarem o seu âmbito), podem ocorrer zonas de maior estrutura de margem, com desenvolvimento de macrófitos litorais.

No rio Degebe e nos seus afluentes que não serão inundados pela albufeira de Alqueva, manter-se-á a dinâmica ecológica observada nos estudos realizados. Contudo, em particular nos troços que, mantendo uma hidrologia tipicamente fluvial, se encontram próximo do regolfo de Alqueva, registar-se-á uma previsível influência desta albufeira. Nestas zonas fluviais, tal como já documentado para outras bacias hidrográficas, e.g. Tejo e Douro, será favorecida a possibilidade de aumentarem as populações de taxa



exóticos adaptados a condições lânticas, em particular nos períodos de menor caudal, cujo acesso se processará a partir da comunidade piscícola entretanto estabelecida em Alqueva.

Para a ribeira do Loureiro, será de esperar, sem a construção da albufeira, a manutenção da composição, estrutura e funcionamento das comunidades presentes. As espécies nativas continuarão a predominar, face à manutenção da intermitência da ribeira. Com efeito, na ribeira do Loureiro continuará a funcionar como factor estruturante das comunidades bióticas existentes o regime hidrológico da ribeira, de características fortemente intermitentes. A prevista construção da barragem do Loureiro irá alterar esta dinâmica biológica na ribeira, promovendo a alteração dos habitats, quer a montante da estrutura com a criação da respectiva albufeira, quer a jusante com a regularização dos caudais naturalmente afluentes.

### **Bacia do Sado**

A dinâmica ecológica dos sistemas da bacia do Sado envolvidos no projecto - albufeira do Alvito e ribeira de Odivelas - continuará a revelar os traços ecológicos e funcionais já descritos. Na albufeira do Alvito prevê-se a continuação das condições existentes, quer em termos de produtividade primária (ou seja, condições de mesotrofia), quer em termos da composição das comunidades aquáticas presentes, mantendo-se, na comunidade piscícola, o claro domínio das espécies exóticas, independentemente das acções de gestão haliêutica e ecológica implementadas ou a implementar. A albufeira manterá também um padrão de estratificação anual monomítico quente, com tempos de retenção longos (aproximadamente 4 anos).

Na ribeira de Odivelas - a montante da albufeira de Alvito e entre a barragem de Alvito e a albufeira de Odivelas - as comunidades piscícolas continuarão a apresentar uma composição semelhante à que actualmente possuem, mantendo uma estrutura comunitária potencialmente reveladora de maior integridade no troço entre albufeiras, em grande parte função da transferência de caudais que se efectua entre os dois sistemas utilizando a ribeira.



## 4.7. Paisagem

### 4.7.1. Introdução e metodologia

Sendo a paisagem a imagem de um território, na qual se relacionam a estrutura física, as componentes ecológicas e a vertente humana, interessa perceber o modo como estas interagem, de modo a entender a forma como evoluirá um território perante uma determinada acção. Por outro lado, é importante determinar as relações visuais presentes, que podem condicionar o modo como aquela imagem é transmitida aos observadores.

No caso do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, em termos paisagísticos interessa averiguar o modo como as estruturas que se implementarão na paisagem, nomeadamente as infra-estruturas hidráulicas a céu aberto, a tomada de água, a obra de saída, as zonas de ataque ao túnel, entre outras, se integrarão na paisagem adjacente, assim como determinar a forma mais adequada em termos paisagísticos de efectuar o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito.

Neste âmbito, efectuou-se uma análise objectiva associada aos factores físicos e bióticos, que em conjunto formam a imagem do território em estudo, e uma análise subjectiva, fundamentada na percepção que se tem desse território e que decorre da relação que se estabelece entre o universo do observador e a situação observada.

A análise objectiva incidiu no estudo das seguintes componentes: **a morfologia da paisagem**, ou seja, a estrutura física sobre a qual actuam as outras componentes da paisagem, **a ocupação natural** e **a ocupação humana**, que se reflectem através do uso do solo.

A caracterização e análise da distribuição espacial destas componentes permitiu definir unidades de paisagem, constituídas por porções de território com características homogéneas. Foi ainda determinada a visibilidade das infra-estruturas a implementar e a qualidade visual da área de estudo (constituindo esta última a análise subjectiva referida). Para além da caracterização da paisagem actual na área de influência do projecto, tiveram-se em conta as perspectivas de evolução da paisagem sem a implementação do projecto (alternativa zero).

Para este descritor definiu-se como área de estudo uma zona envolvente à ligação Loureiro-Alvito, aos caminhos a construir e às estruturas relacionadas com o dispositivo de segregação de águas, de 1 quilómetro para cada lado, ou menor, quando esta área for coincidente com uma linha de fecho. Este limite define uma área considerada representativa e envolvente das acções a levar a cabo no âmbito da



construção e exploração do túnel Loureiro-Alvito e infra-estruturas associadas, dado que integra as áreas de projecto, assim como as zonas onde provavelmente se sentirão impactes paisagísticos.

#### 4.7.2. Enquadramento

A área de estudo encontra-se na região natural do Alentejo, abrangendo as bacias hidrográficas dos rios Sado e do Guadiana. Dada a especificidade associada às formações geológicas que lhe deram origem, verifica-se a presença de morfologias diferenciadas nestas duas bacias. Assim, enquanto que na bacia do Sado se observam relevos suaves, devido à sua formação sedimentar, na bacia do Guadiana o terreno passa a ser mais ondulado.

O principal limite físico da área de estudo é definido pela linha de fecho que delimita as duas bacias hidrográficas principais, encontrando-se ainda na área de estudo o fecho que separa as ribeiras da Pecena e do Loureiro e a ribeira de Oriola da ribeira que se encontra a Sul.

Em termos gerais, quase toda a área em estudo é caracterizada por ser predominantemente agrícola e florestal. Em termos de ocupação humana destacam-se os montes alentejanos. Com excepção destes, não se encontram na área de estudo quaisquer aglomerados urbanos, apesar de na sua envolvente se encontrarem Oriola, Senhora da Assunção, Santana, Portel, São Pedro e Monte Trigo.

#### 4.7.3. Morfologia

Tal como já foi referido, a área de estudo é abrangida pelas bacias hidrográficas dos rios Sado e Guadiana. No interior da bacia hidrográfica do rio Guadiana, a área de estudo integra parte da bacia da ribeira do Loureiro e parte da bacia de um afluente da ribeira da Pecena. No interior da bacia do Sado, integra parte da bacia hidrográfica da ribeira de Oriola.

Para o estudo da morfologia do terreno foram analisados, para além da fisiografia, os declives e a hipsometria do terreno. No que se refere aos declives, consideraram-se as seguintes classes (Figura II.15, Volume II - Carta de Declives):

- 0-3 % - zonas aplanadas;
- 3-8 % - zonas onduladas;
- 8-15 % - zonas de colinas;
- 15-25 % - zonas enrugadas;



- maior que 25 % - zonas fortemente enrugadas.

Na bacia hidrográfica do rio Guadiana predominam declives entre 8 e 25 %, verificando-se ainda zonas de relevo mais suave (onde dominam declives entre 3 e 8 %) mais próximas do festo principal.

No caso da bacia hidrográfica do rio Sado predominam declives entre 3 e 8%, verificando-se que a zona envolvente ao festo principal tem declives mais frequentes da ordem dos 8 a 15%, e que no vale da ribeira de Oriola dominam declives inferiores a 3%.

O túnel Loureiro-Alvito é coincidente, de montante para jusante, com zonas enrugadas, no seu troço inicial, sendo coincidente com zonas de colinas antes do festo principal e com zonas onduladas na sua envolvente. Já na bacia do rio Sado, após a envolvente ao festo principal, o túnel será coincidente com zonas de colinas até sensivelmente ao poço de ataque 3, altura em que se desenvolverá sob zonas de relevo essencialmente ondulado (3-8 %) até à obra de saída.

No que respeita aos poços de ataque ao túnel, o poço nº 1 ficará numa zona com declives entre 15 e 25%, enquanto que os respectivos acessos, para além desta classe, serão ainda abrangidos em cerca de metade da sua extensão por declives da ordem dos 8-15%. O poço nº 2 ficará numa zona com declive de 8 a 15%, enquanto que o respectivo acesso será abrangido por uma zona com declives entre 3 e 8%. Por seu lado, o poço nº 3 ficará numa zona com declives entre 8 e 15%, enquanto que o respectivo acesso ficará contido numa área com declives entre 3 e 8%.

O caminho de acesso à tomada de água ficará coincidente com uma zona com declives predominantes de 3 a 8 %, abrangendo ainda declives da ordem dos 15-25% e dos 8-15%. Por seu lado, o caminho de acesso à obra de saída do túnel ficará numa zona com declives entre 3 e 8 % e o canal a céu aberto será coincidente com uma zona onde predominam declives inferiores a 3%.

No que respeita à parte do túnel que será executada em cut & cover, esta ficará numa zona com declives predominantes menores que 3%, enquanto que os caminhos de acesso a ela ficarão em zonas com declives entre 0 e 8%.

No que respeita à tomada de água, esta ficará numa zona com declives predominantes da ordem dos 15-25%.

Quanto ao dispositivo de segregação de águas, este abrangerá áreas com declives variados, que divergem entre inferiores a 3% e superiores a 25%.



No que respeita especificamente à albufeira de Guioa, esta abrangerá uma área com declives superiores a 3% e predominantes acima dos 8%. Na zona da barragem os declives são superiores entre 15 e 25%. Quanto à albufeira de Ervidal, esta ficará coincidente com um zona na qual os declives são superiores a 8% e dominantes acima dos 15%. A barragem ficará também implantada numa área com declives superiores a 8%.

Tal como já foi referido, os pontos mais altos da área de estudo localizam-se ao longo do festo que separa as duas bacias hidrográficas principais (dos rios Sado e Guadiana), obtendo-se um máximo de 330 metros no marco geodésico do Outeirão e de 302 metros no marco geodésico do Ferro.

Na bacia do rio Guadiana, as cotas decrescem a partir do festo referido, até um mínimo de cerca de 225 metros, junto à futura albufeira do Loureiro (Figura II.16, Volume II – Carta Hipsométrica), abrangendo o festo que separa a ribeira do Loureiro da ribeira da Pecena. As principais linhas de água abrangidas são a ribeira do Loureiro e um afluente da ribeira da Pecena.

No que respeita à bacia do Sado, as cotas do terreno decrescem a partir do mesmo festo principal até cerca da cota 160. A ribeira de Oriola é o principal talvegue presente na área de estudo, evidenciando-se ainda o barranco da Fonte Figueira do Morro, a ribeira da Faia, a ribeira do Bafão, o barranco do Monte da Vinha, o barranco do Vale de Carro, o ribeiro de Marruais (onde se implantará a albufeira de Guioa) e a ribeira de Ervidal (onde ficará a albufeira como mesmo nome e a bacia de dissipação).

#### 4.7.4. Uso do Solo

O uso do solo foi analisado com base na *carta de uso do solo* utilizada no âmbito do EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (cobertura de SIG fornecida pela EDIA). De acordo com a informação contida naquela carta, apresenta-se seguidamente a análise do uso e ocupação do solo presentes na área de estudo. Assim, os usos do solo existentes na área estudada são os seguintes (Figura II.17, Volume II - Carta de Ocupação do Solo):

- áreas agrícolas com culturas anuais;
- zonas de água doce, correspondentes à albufeira do Alvito e a uma pequena represa;
- culturas permanentes;
- pastagens;
- zonas agrícolas heterogéneas;
- florestas.



Tal como se pode verificar na Figura II.17, predominam os usos agrícolas e florestais. Na bacia hidrográfica do rio Guadiana o solo tem uma cobertura essencialmente florestal, com excepção para a zona envolvente ao festo que a delimita, onde predominam culturas anuais, ocorrendo ainda zonas agrícolas heterogéneas e culturas permanentes.

Na bacia do Sado distribuem-se de forma mais ou menos equivalente áreas agrícolas com culturas anuais e zonas agrícolas heterogéneas. Em menor área ocorrem culturas permanentes e pastagens. A tomada de água localizar-se-á numa área com ocupação florestal e o respectivo caminho de acesso a ela ficará coincidente com a mesma área florestal, com culturas permanentes e com zonas agrícolas heterogéneas.

A zona onde o túnel será efectuado em cut & cover ficará coincidente com áreas agrícolas com culturas anuais e os respectivos caminhos de acesso ficarão implantados em áreas agrícolas com culturas anuais e em zonas agrícolas heterogéneas. No que respeita à obra de saída do túnel, assim como aos seus caminhos de acesso, estes ficarão em zonas agrícolas heterogéneas. O canal a céu aberto ficará simultâneo em troços mais ou menos idênticos com zonas agrícolas heterogéneas e com áreas agrícolas com culturas anuais.

Por seu lado, os túneis de ataque ficarão concordantes com floresta (poços 1 e 2) e com uma zona agrícola heterogénea (poço 3). Em termos de ocupação é ainda de destacar a presença de montes alentejanos, que se distribuem no seio dos restantes tipos de ocupação, e de linhas de água, que se encontram ao longo da área de estudo e se intercalam com os restantes tipos de ocupação, criando uma maior diversidade de uso e ocupação do solo.

Quanto ao dispositivo de segregação de águas, as suas estruturas ficarão abrangidas por floresta.

Por outro lado, realça-se ainda a presença de uma estrada principal (a EN-384, que liga Oriola a Portel) que atravessa a zona onde será implementado o túnel, assim como de outros caminhos e estradas secundários, nomeadamente aqueles até onde confluirão os acessos à obra.

#### 4.7.5. Unidades de Paisagem

Tendo por base a morfologia e o uso do solo da área de estudo, definiram-se as seguintes unidades e subunidades de paisagem (Quadro 4.7.1 e Figura II.18, Volume II – Carta de unidades de paisagem):



Quadro 4.7.1 – Unidades e subunidades de paisagem na área de estudo

Unidades de paisagem	Subunidades de paisagem
1. Zonas aplanadas	1.A. Paisagem agrícola anual
	1.B. Paisagem agrícola permanente
	1.C. Paisagem florestal
	1.D. Vales e superfícies de água
2. Zonas onduladas	2.A. Paisagem agrícola anual
	2.B. Paisagem agrícola permanente
	2.C. Paisagem florestal
	2.D. Vales e superfícies de água
3. Zonas de colinas	3.A. Paisagem agrícola anual
	3.B. Paisagem agrícola permanente
	3.C. Paisagem florestal
	3.D. Vales e superfícies de água
4. Zonas enrugadas	4.A. Paisagem agrícola anual
	4.B. Paisagem agrícola permanente
	4.C. Paisagem florestal
	4.D. Vales e superfícies de água

As unidades definidas no Quadro 4.7.1 e representadas na Figura II.18 descrevem-se de seguida:

1. **Zonas aplanadas** - correspondem a zonas onde predominam declives entre 0 e 3 %, sendo o relevo muito plano e suave. Esta unidade é representativa no vale da ribeira de Oriola assim como no interior da albufeira do Alvito;
2. **Zonas onduladas** - correspondem a situações onde os declives predominantes se situam entre 3 e 8 %. No interior da área de estudo é a unidade predominante na bacia da ribeira de Oriola, até à zona onde se implementará a obra de ligação Loureiro-Alvito;
3. **Zonas de colinas** - correspondem a situações onde os declives predominantes são de 8 a 15 %, sendo o relevo algo movimentado. Ocorre na área de estudo na bacia da ribeira de Oriola, dispersa e numa grande mancha parcialmente coincidente com as bacias hidrográficas da ribeira do Vale do Carro e do barranco do Monte da Vinha. Aparece ainda na bacia da ribeira do Loureiro, onde tem grande expressão;
4. **Zonas enrugadas** - correspondem a situações com declives predominantes superiores a 15%. Esta unidade ocorre principalmente na parte da área de estudo coincidente com a bacia hidrográfica do rio Guadiana, na qual é dominante. Aparece ainda na parte Este da área de estudo, sendo parcialmente coincidente com as bacias hidrográficas da ribeira de Ervidal, do ribeiro dos Marruais e do barranco de Vale de Carro.





As unidades de paisagem referidas são unidades morfológicas, no interior das quais ocorrem variações relacionadas essencialmente com o uso do solo. Com base nestas variações definiram-se as subunidades de paisagem que se descrevem de seguida.

#### **A- Paisagem agrícola anual**

Esta subunidade é constituída por áreas agrícolas de culturas anuais e pastagens. Principalmente devido ao uso do solo, este tipo de paisagem manifesta variações sazonais e anuais, que se reflectem numa imagem mutável e em constante transformação, particularmente devido às actividades agrícolas, aos processos culturais e ao ciclo de vida das espécies utilizadas, criando alterações no aspecto, na textura e na forma de visualização da paisagem.

O uso do solo dominante é o sistema agrícola extensivo de sequeiro, em campos abertos, destinando-se à cultura de cereais e à pastorícia. Existem também áreas nas quais se faz regadio, verificando-se a presença de elementos associados à rega, como pivots, que se dispõem quase permanentemente na paisagem.

Esta unidade ocorre principalmente na bacia da ribeira de Oriola, ocupando uma área limitada na bacia do Loureiro, nas proximidades do festo principal.

#### **B- Paisagem agrícola permanente**

É constituída por áreas agrícolas onde dominam culturas permanentes (vinhas, pomares ou olivais) e por zonas agrícolas heterogéneas (constituídas por culturas anuais associadas às culturas permanentes, por sistemas culturais e parcelares complexos, por terras agrícolas com espaços naturais importantes e por territórios agro-florestais).

São paisagens agrícolas em que existe uma dinâmica anual e sazonal associada, à semelhança da paisagem agrícola anual, mas que têm associados elementos permanentes, como exemplares arbóreos e arbustivos, espaços naturais e florestais que integram os espaços agrícolas, conferindo à paisagem uma certa imutabilidade.

Este tipo de paisagem é caracterizado por um coberto vegetal diversificado, apresentando um elevado valor cénico e paisagístico. Estão presentes espécies arbóreas como a azinheira e o sobreiro, constituindo montados mais ou menos densos, assim como o olival e a vinha, dispostos de forma alinhada ao longo das áreas agrícolas. As culturas cerealíferas aparecem associadas a estas culturas permanentes, nas áreas onde os terrenos são mais férteis e menos acidentados



Esta subunidade de paisagem tem uma grande representatividade na área de estudo, intercalando-se com a subunidade de paisagem agrícola anual na bacia da ribeira de Oriola. Na bacia da ribeira do Loureiro aparece para Nordeste de uma grande mancha florestal.

### C- Paisagem florestal

É constituída por áreas florestais, que na área de estudo são representadas essencialmente por sobreiros e azinheiras. É uma subunidade de paisagem complexa e diversificada e que se encontra unicamente na bacia do rio Guadiana, desde um pouco para jusante do festo que a separa da bacia hidrográfica do Sado, até praticamente à futura albufeira do Loureiro, assim como na bacia da ribeira de Oriola, a sul da albufeira do Alvito.

### D- Vales e superfícies de água

Esta subunidade é constituída pelas linhas e planos de água doce, sendo representada no segundo caso pela albufeira do Alvito.

As linhas de água, em conjunto com as suas margens e áreas adjacentes e com as matas ripícolas que lhe estão associadas, constituem importantes elementos de diversidade e de estruturação da paisagem, constituindo ainda elementos de valorização cénica. Mesmo as pequenas linhas de drenagem natural, muitas vezes quase imperceptíveis, têm frequentemente associado a elas vegetação arbustiva e herbácea, que define as zonas baixas e marca as linhas estruturantes da paisagem.

Por seu lado, os planos de água, assumem grande importância numa paisagem em que a ausência de água é uma constante, visto constituírem ambientes de excepção. Neste âmbito é de referir a albufeira do Alvito.

Face às unidades definidas e cartografadas, pode concluir-se relativamente à área de estudo que:

- na bacia da ribeira de Oriola, as infra-estruturas de projecto abrangem todas as unidades e subunidades de paisagem;
- na bacia do rio Guadiana dominam as unidades *zonas de colinas* e *zonas enrugadas* e a subunidade de *paisagem florestal*.

No que respeita aos elementos de projecto verificam-se as seguintes situações:

- a tomada de água ficará coincidente com a unidade zonas enrugadas e com a subunidade de paisagem florestal;



- o caminho de acesso à tomada de água ficará predominantemente coincidente com a unidade zona de colinas, e ainda com zonas onduladas (no troço final) e com zonas enrugadas (junto à futura albufeira do Loureiro). Ficarão ainda concordantes, em extensões idênticas, com as subunidades de paisagem florestal e de paisagem agrícola permanente;
- a zona onde o túnel será efectuado em “cut & cover” é coincidente com a subunidade de paisagem agrícola anual e com as unidades zonas aplanadas e zonas onduladas (em extensões idênticas);
- os caminhos de acesso à zona do “cut & cover” ficarão predominantemente coincidentes com zonas aplanadas e onduladas na subunidade de paisagem agrícola anual. No entanto, cerca de metade do acesso Oeste, ficará concordante com a subunidade paisagem agrícola permanente;
- os poços de ataque 1 e 2, assim como os respectivos acessos, ficarão localizados na subunidade de paisagem florestal e nas unidades zonas enrugadas (poço 1) e zonas de colinas (poço 2);
- o poço de ataque 3, assim como o seu acesso, ficará coincidente com a unidade zonas onduladas e com a subunidade paisagem agrícola permanente;
- a obra de saída do túnel e os seus acessos ficarão localizados na unidade zonas onduladas e na subunidade de paisagem agrícola permanente;
- o canal a céu aberto ficará concordante com as unidades zonas aplanadas e zonas onduladas e com as subunidades paisagem agrícola anual e paisagem agrícola permanente (em extensões idênticas);

No que respeita especificamente ao dispositivo de segregação de águas, verifica-se o seguinte:

- a albufeira de Guioa ficará localizada na subunidade de paisagem florestal em zonas enrugadas e de colina, predominando a última. A barragem ficará igualmente implantada na unidade zonas enrugadas e em paisagem florestal. A albufeira e a barragem de Ervidal ficarão também coincidentes com a subunidade de paisagem florestal em zonas enrugadas e onduladas;
- a bacia de dissipação ficará coincidente com a unidade zonas onduladas de paisagem florestal. A conduta ficará igualmente nesta subunidade, mas também em zonas enrugadas. A parte da conduta que será construída em cut & cover e a bacia de dissipação ficarão também nas unidades zonas de colinas e enrugadas e na subunidade paisagem florestal.



#### 4.7.6. Visibilidades

A visibilidade de uma unidade de paisagem pode determinar a sua maior ou menor vulnerabilidade a uma qualquer intervenção. Neste âmbito definiu-se a frequência de visibilidades sobre a área de estudo a partir dos pontos envolventes mais altos e/ou de maior acessibilidade. Para tal foram considerados os obstáculos visuais.

Neste contexto definiram-se 3 classes de visibilidade:

- **áreas muito visíveis** – as subunidades de paisagem agrícola anual quando localizadas em zonas elevadas e na unidade de zonas enrugadas, em zonas aplanadas e onduladas próximas de aglomerados urbanos ou da rede viária; a subunidade de vales e superfícies quando localizada em zonas aplanadas e onduladas e próximo de aglomerados urbanos ou da rede viária;
- **áreas pouco visíveis** – as subunidades de paisagem florestal; a subunidade de paisagem agrícola anual quando localizada a cotas baixas e em vales encaixados, sem estradas nas imediações; a subunidade de paisagem vales e superfícies de água quando localizada em vales encaixados;
- **áreas medianamente visíveis** – a subunidade de paisagem agrícola permanente, assim como a subunidade de paisagem agrícola anual e de vales e superfícies de água em situações intermédias às anteriores.

Com base no que foi referido pode concluir-se que:

- a tomada de água, a parte do seu acesso coincidente com paisagem florestal, os poços de ataque 1 e 2, assim como os respectivos acessos serão pouco visíveis, dado encontrarem-se no seio da subunidade de paisagem florestal;
- a parte do acesso à tomada de água e do acesso à zona do “cut & cover” coincidentes com paisagem agrícola permanente, o poço de ataque 3, a obra de saída do túnel e respectivos acessos, assim como cerca de metade do canal a céu aberto, coincidentes com paisagem agrícola permanente, serão medianamente visíveis a partir da envolvente;
- a zona do “cut & cover” assim como os respectivos acessos coincidentes com a subunidade de paisagem agrícola anual serão muito visíveis, devido à proximidade de uma estrada principal;
- a zona do canal a céu aberto coincidente com a subunidade de paisagem agrícola anual será medianamente visível, dado encontrar-se na proximidade de um acesso secundário.



- em relação ao dispositivo de segregação de águas, todas as infra-estruturas previstas ficarão localizadas em áreas pouco visíveis por se encontrarem no interior da subunidade paisagem florestal.

Note-se ainda que as condutas ficarão enterradas ao longo de todo o seu traçado, pelo que a sua visibilidade na fase de exploração é nula.

#### 4.7.7. Qualidade Visual da Paisagem

A área de estudo apresenta na generalidade uma qualidade visual média a elevada relacionada com a diversidade de unidades de paisagem e de usos encontrados, particularmente quando associados a paisagens mais complexas como a florestal e a paisagem agrícola permanente. Por outro lado, para além das actividades agrícolas, a paisagem da área de estudo encontra-se pouco intervencionada em termos de património construído, beneficiando de uma imagem que apresenta um carácter naturalizado.

#### 4.7.8. Síntese

O presente capítulo teve como objectivo estudar e caracterizar a paisagem na área a afectar pelo túnel Loureiro-Alvito, pelas estruturas e acessos associados, assim como pelo dispositivo de segregação de águas. Neste âmbito, com base no estudo da morfologia e da ocupação presentes, concluiu-se que na bacia da ribeira de Oriola (bacia do rio Sado) são abrangidas todas as unidades e subunidades de paisagem definidas, enquanto que na bacia do rio Guadiana, predominam as unidades de paisagem **zonas de colinas** e **zonas enrugadas**, assim como a subunidade **paisagem florestal**.

No que respeita aos elementos de projecto verificam-se as seguintes situações:

- ficarão coincidentes predominantemente com as unidades **zonas onduladas** (caminho de acesso à tomada de água, zona em "cut & cover" e respectivos caminhos de acesso, a obra de saída do túnel e respectivos acessos, o poço de ataque 3 e respectivos acessos) e **zonas aplanadas** (zona em "cut & cover" e respectivos caminhos de acesso, assim como o canal a céu aberto), mas ficarão também abrangidas pelas unidades **zonas de colinas** (caminho de acesso à tomada de água, o poço de ataque 2 e respectivos acessos) e **zonas enrugadas** (a tomada de água, o poço de ataque 1 e respectivos acessos);



- ficarão coincidentes com as subunidades *paisagem agrícola anual* (zona em “cut & cover” e respectivos acessos e o canal a céu aberto), *paisagem agrícola permanente* (o caminho de acesso à tomada de água, parte do caminho de acesso à zona do “cut & cover”, o poço de ataque 3 e respectivos acessos, a obra de saída do túnel e respectivos acessos e o canal a céu aberto) e *paisagem florestal* (a tomada de água e o respectivo acesso, os poços de ataque 1 e 2 e respectivos acessos).

No que respeita ao dispositivo de segregação de águas, verificam-se as seguintes situações dominantes:

- abrangerá as unidades *zonas de colinas* (zona em cut & cover da conduta Guioa-Ervidal, albufeiras de Guioa e de Ervidal, barragem de Ervidal, bacia de dissipação) e *zonas enrugadas* (albufeira e barragem da Guioa, albufeira e barragem de Ervidal);
- ficará coincidente com a subunidade *paisagem florestal* (albufeira e barragem de Guioa e de Ervidal, zona em cut & cover, bacia de dissipação).

No que respeita à visibilidade das estruturas associadas à obra de ligação Loureiro –Alvito, verificam-se as seguintes situações:

- serão *pouco visíveis*: a tomada de água, a parte do seu acesso coincidente com paisagem florestal, os poços de ataque 1 e 2 , assim como os respectivos acessos, e o dispositivo de segregação de águas;
- serão *medianamente visíveis*: a parte do acesso à tomada de água e do acesso à zona do “cut & cover” coincidentes com paisagem agrícola permanente, o poço de ataque 3, a obra de saída do túnel e respectivos acessos coincidentes com paisagem agrícola permanente, assim como o canal a céu aberto;
- serão *muito visíveis*: a zona do “cut & cover” assim como os acessos respectivos coincidentes com a subunidade de paisagem agrícola anual.

É ainda de realçar que a área de estudo apresenta na generalidade uma qualidade visual média a elevada.

#### 4.7.9. Evolução da situação de referência sem projecto

Sem a implementação do túnel Loureiro-Alvito, espera-se que a paisagem se mantenha tal como é actualmente, tanto no que respeita à sua morfologia, como em relação à ocupação do solo.



## 4.8. Ordenamento do Território

### 4.8.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se fazer o enquadramento da área de estudo no âmbito dos instrumentos de Ordenamento do Território que incidem sobre ela. Neste contexto, analisaram-se os planos de ordenamento que estão actualmente em vigor, nomeadamente os seguintes:

- Plano Director Municipal de Portel (PDM);
- Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana (PBH);
- Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (PBH);
- Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito (POAA);
- Plano Integrado de Desenvolvimento do Distrito de Évora (PIDDEV);
- Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva (PROZEA);
- Programa Específico de Desenvolvimento Integrado da Zona do Alqueva (PEDIZA).

Efectuou-se ainda uma análise das servidões e restrições de utilidade pública, que podem constituir limitações ou impedimentos a qualquer forma específica de aproveitamento do território e, conseqüentemente, às intervenções que estão previstas no âmbito do projecto de execução de um túnel de ligação entre as barragens do Loureiro e do Alvito. Serão especialmente analisadas as relações do projecto com:

- Áreas sensíveis nos termos do DL n.º 69/2000 de 3 de Maio (Rede Nacional de Áreas Protegidas, Sítios Classificados, Rede Natura 2000 e outras áreas sensíveis);
- Reserva Ecológica Nacional (com distinção entre as diferentes classes de uso);
- Servidões e outros condicionamentos.

A área de estudo considerada abrange uma extensão maior do que a que será intervencionada para a implantação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, por forma a analisar a articulação dos usos e condicionantes previstos na área de projecto e na sua envolvente, com as intervenções definidas.



## 4.8.2. Planos de Ordenamento

### 4.8.2.1. Plano Director Municipal de Portel

O Plano Director Municipal de Portel foi ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 177/95, de 22 de Dezembro, tendo sido alterado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 76/2001 de 2 de Junho.

O PDM do concelho de Portel constitui o instrumento de Ordenamento para o mesmo, devendo para efeitos de uso ou transformação do solo ser cumpridas as regras estabelecidas no seu regulamento. No entanto, prevalece sobre o regulamento do PDM, o Decreto-Lei n.º21-A/98 de 6 de Fevereiro, que cria um regime especial às expropriações necessárias à realização do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, aos bens e ao domínio a afectar a este Empreendimento e às acções específicas de execução do projecto. Este Decreto-Lei aplica-se:

- Na área reservada das albufeiras de Alqueva e Pedrógão;
- Nas áreas reservadas para as albufeiras das barragens incluídas no sistema de rega, de acordo com o mapa que constitui o anexo ao diploma;
- Nas áreas reservadas para a implantação dos canais de rega, tendo em conta o traçado constante no anexo referido anteriormente;
- Nos diferentes perímetros de rega a constituir e necessários à instalação das redes secundárias e terciárias de rega.

De acordo com o Artigo 11º do Decreto-lei n.º21-4/98 de 6 de Fevereiro, são autorizadas todas as acções relacionadas com a execução do empreendimento, nomeadamente obras hidráulicas, acessos, vias de comunicação, aterros, escavações, entre outras, incluindo nas áreas condicionantes (RAN e/ou REN).

De acordo com a Planta de Ordenamento do Plano Director Municipal de Portel, a área de estudo incide sobre as seguintes classes de espaço:

- espaços agrícolas;
- espaços silvopastoris;
- espaços naturais;
- espaços culturais;
- espaços-canais e de protecção às infra-estruturas.

A área de intervenção atravessa várias classes de espaços agrícolas e silvopastoris. Na sua envolvente directa, localizados muito próximos, encontram-se espaços classificados como canais, espaços naturais e





culturais. Seguidamente serão descritas todas as classes de espaço referidas, englobadas na área de estudo.

### *Espaços agrícolas*

Os espaços agrícolas têm como objectivo a preservação de estrutura da produção agrícola e destinam-se predominantemente à exploração agrícola e à criação de instalações de apoio à agricultura. Consideram-se áreas agrícolas as áreas que integram os solos incluídos na RAN e outros onde tenham recaído determinados benefícios, envolvendo perímetros ou áreas de regadio, inclusive pomares regados, e ainda os que se delimitam na planta de ordenamento como áreas previstas para regadios dentro do sistema do Alqueva, dividindo-se nas categorias de:

- Área agrícola;
- Área eventualmente a regar a partir do Alqueva.

A área de intervenção atravessa diversas zonas classificadas como área agrícola, nomeadamente no troço final, perto da saída para a albufeira do Alvito.

A edificabilidade nos espaços agrícolas está sujeita à legislação em vigor que regulamenta a RAN, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de Junho, com a redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 274/92, de 12 de Dezembro. As acções de construção, beneficiação e ampliação de instalações agrícolas nestas zonas está sujeita ao regime disposto no artigo 34º do PDM do concelho de Portel.

### *Espaços silvo-pastoris*

Os espaços silvo-pastoris têm como objectivo a preservação do ambiente, o equilíbrio biofísico e a exploração do coberto florestal natural coexistindo com a pecuária e as actividades agrícolas relacionadas com esta. Destinam-se essencialmente a tipos de exploração mista, florestal e pecuária, onde a actividade agrícola tem como principal função assegurar o suporte forrageiro da exploração.

Os espaços silvo-pastoris dividem-se nas seguintes categorias:

- Áreas de montado de sobro e azinho, correspondentes às áreas da carta do uso actual do solo nas espécies de montado de sobro e montado de azinho, ou de ambas, em co-associação, onde em geral poderão incidir intervenções agrícolas destinadas a produção forrageira ou melhoria da pastagem e relacionadas com a actividade pecuária de âmbito silvo-pastoril;



- Áreas com aptidão silvo-pastoril destinadas essencialmente à exploração pastoril, envolvendo as actividades agrícolas inerentes à melhoria da pastagem e tendo como preocupação a regeneração do coberto arbóreo natural de azinheiras e sobreiros.

Esta é a classe de espaços mais representada na área afectada ao projecto entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito. Pela análise da carta de ordenamento do PDM é possível observar que o projecto atravessa diversas áreas de montado de sobreiro e de azinho, especialmente junto das duas albufeiras, atravessando igualmente zonas com aptidão pastoril na zona intermédia, próximo das localidades de Ferros e Outeirão.

Nestas áreas é permitida a construção, reconstrução e ampliação de edifícios, desde que se respeitem as regras de edificabilidade constantes do artigo 37º do PDM.

### *Espaços naturais*

De acordo com o regulamento do PDM (Resolução do Conselho de Ministros n.º 76/2001, de 2 de Junho), os espaços naturais que figuram na planta de ordenamento, são definidos pelas seguintes áreas:

- Áreas da REN assinaladas na planta de condicionantes do PDM;
- Área de conservação da natureza que tem por objectivo dominante a conservação das espécies selvagens e respectivos habitats. Aplicam-se nesta área as disposições decorrentes, nomeadamente, do artigo 6.º do Decreto n.º 95/81, de 23 de Julho, que ratifica a Convenção Relativa à Protecção da Vida Selvagem e do Ambiente Natural da Europa;
- Área de protecção do património natural, considerada como espaços de ocorrência de valores naturais, delimitada na planta de ordenamento como espaço natural (serra de Portel).

Assim, analisando a planta de condicionantes verifica-se que o projecto do túnel atravessa terrenos da Reserva Ecológica Nacional (REN), desde a albufeira do Loureiro até à localidade de Ferros, voltando a interceptar a REN junto da albufeira do Alvito, numa área reduzida.

### *Espaços culturais*

Os espaços culturais têm como objectivo a preservação e salvaguarda dos valores arquitectónicos e arqueológicos, e são constituídos por áreas de elevado valor patrimonial, com reconhecido interesse histórico, cultural, natural ou paisagístico, que pelas suas características merecem um estatuto de protecção, conservação e reabilitação



Na área em estudo ocorrem os seguintes objectos referidos no regulamento do PDM como factos patrimoniais não classificados:

- 12 - Ermida de S. Pedro, santuário;
- 22 - Ruínas do Convento dos Frades Capuchos, em Vera Cruz;
- 23 - Igreja Matriz de Oriola;
- 24 - Paço da Audiência, em Oriola;
- 25 - Ponte e área envolvente, em Oriola, incluindo achado avulso do pelourinho e antigo cemitério;
- 28 - Igreja Matriz de Amieira;
- 29 - Igreja da Senhora da Assunção da Atalaia;
- 35 - Almargem, ponte;
- 41 - Outeiro da Anta, idem;
- 42 - Lameira, sepultura megalítica e arte rupestre;
- 45 - Monte Peral, arquitectura agrícola;
- 46 - Monte da Penhasca, idem;
- 47 - Matraque, sepultura megalítica;
- 48 - Ermida de S. Bento;
- 49 - Castanheiro, arte rupestre;
- 56 - Giralдина, sepultura megalítica, freguesia de Oriola;

Nenhum deles é interceptado pela s infra-estruturas a construir.

### *Espaços canais*

Os espaços canais são definidos pela rede viária, redes de captação, adução e distribuição de água, redes de drenagem de esgotos e rede eléctrica e têm as protecções estabelecidas nos artigos 16º, 17º, 18º e 19º do PDM, relativos respectivamente à protecção das rodovias, aos condicionamentos decorrentes da protecção das redes de captação, adução e distribuição de água e às condicionantes decorrentes da protecção das redes de drenagem de esgotos e das redes de distribuição de energia eléctrica.

Na área de estudo podem encontrar-se os seguintes espaços canais:

- a EN 384 pertencente à rede nacional de estradas;
- o caminho municipal CM1119;
- a Rede eléctrica, com linhas de média tensão;

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito cruza o caminho municipal nº 1119 e a estrada nacional nº 384.



#### 4.8.2.2. Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana (PBH)

O Concelho de Portel, onde a zona de estudo se localiza, está parcialmente abrangido pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana, documento aprovado pelo Decreto Regulamentar 16/2001, de 5 de Dezembro.

Os objectivos gerais de planeamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas estão expressos em diversos documentos de orientação para a elaboração dos Planos produzidos pelo Instituto da Água e por outras entidades do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. De entre estes documentos, destaca-se o Decreto-Lei n.º45/94 de 22 de Fevereiro de 1994, que regulamenta o planeamento de recursos hídricos em Portugal, concretizando as regras gerais estabelecidas pela Lei de Base do Ambiente, Lei n.º11/87.

Relativamente ao PBH do Guadiana, o Decreto-Lei n.º45/94 de 22 de Fevereiro identifica como orientações gerais a conservação e protecção dos valores ambientais e a utilização integrada e equilibrada dos recursos hídricos.

Como objectivos específicos de planeamento dos recursos hídricos da bacia do Guadiana, o PBH do Guadiana pretende (HIDROPROJECTO *et al.*, 1999):

- Avaliar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com destaque para a influência da barragem de Alqueva, para a redução dos caudais entrados na fronteira e para a qualidade dos meios hídricos;
- Analisar a ocupação do solo e do ordenamento do território, com realce para a agricultura de regadio e para os planos sectoriais existentes;
- Inventariar os usos e utilizações de água e análise dos principais condicionantes existentes e as medidas a tomar para a plena satisfação da procura de água;
- Analisar as situações hidrológicas extremas, com destaque para as cheias e as secas e medidas a tomar;
- Avaliar o estado de conservação da Natureza e as medidas de intervenção a efectuar para a sua protecção;
- Analisar os projectos de dimensão nacional existentes na bacia e sua influência nos recursos hídricos, com destaque para o Empreendimento de Alqueva;
- Analisar o quadro normativo e institucional e as medidas a tomar para agilidade de procedimentos de gestão da água.

Foram ainda definidos no âmbito deste plano diversos objectivos que estão enquadrados na linha estratégia *Ordenamento e Gestão do Território*, tais como:



- Preservar das áreas do Domínio Hídrico;
- Estabelecer condicionamentos aos usos do solo, às actividades nas albufeiras e nos troços em que o uso não seja compatível com os objectivos de protecção e valorização ambiental dos recursos superficiais e subterrâneos;
- Interditar a destruição de vegetação marginal, nos leitos e margens dos cursos de água, excepto quando se destine a garantir a limpeza e desobstrução destes ou a valorizar a sua galeria ripícola;
- Identificar com rigor os solos com aptidão para o regadio e estabelecer condicionamentos aos usos do solo e actividades nas Áreas de Risco de Erosão e nas Áreas de Infiltração Máxima delimitadas pelo Plano de Bacia, a ter em conta na revisão dos Planos Municipais de Ordenamento do Território, e promover a instalação de sistemas agro-florestais que contribuam para a protecção dos solos com maior risco de erosão;
- Elaboração dos Planos de Ordenamento das Albufeiras existentes e previstas (priorizando os POA de Alqueva, Monte Novo, Tapada Grande e Enxoé) e revisão dos POA já aprovados (Alvito, Vigia e Caia) de modo a cumprir a legislação vigente.

Neste sentido o Plano de Ordenamento para as Albufeiras de Alqueva e Pedrógão foi já realizado, tendo sido aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros 95/2002, de 13 de Maio.

#### 4.8.2.3. Plano de Bacia Hidrográfica do Sado (PBH)

O PBH do Sado, aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 6/2002 de 12 de Fevereiro, integra uma área totalmente em território nacional, do continente, delimitada pelas linhas de fecho topográfico da bacia drenante de águas superficiais, a leste, e o oceano Atlântico, a oeste. Esta área, de 8341 km<sup>2</sup>, estende-se, no sentido de sul a norte, ao longo de cerca de 125 km desde Ourique, na falda norte da serra da Vigia, até Vendas Novas; no sentido Este-Oeste, ao longo de cerca de 100 km, no seu paralelo de maior largura, que vai de Beja a Sines.

Abrange áreas compreendidas nas sub-regiões (NUT III) da península de Setúbal, do Alentejo Litoral, do Alentejo Central e do Baixo Alentejo, incluindo ou interceptando 21 concelhos. O concelho de Portel está também parcialmente abrangido por este plano de Bacia, uma vez que a Albufeira do Alvito pertence à bacia Hidrográfica do Sado.

Tal como para o outro plano de bacia referido, o Decreto-Lei n.º45/94 de 22 de Fevereiro identifica como orientações gerais a conservação e protecção dos valores ambientais e a utilização integrada e equilibrada dos recursos hídricos.



Entre os principais problemas encontrados por este documento ao nível da gestão da procura da água, a ocorrência de anos de seca tem revelado enorme escassez de recursos hídricos e sérias dificuldades na satisfação das necessidades de água mínimas, nomeadamente na rega e na pecuária, sublinhando-se que a não satisfação dessas necessidades mínimas poderá conduzir à perda total, com graves prejuízos, quer das culturas permanentes quer dos efectivos pecuários.

Perante a assimetria da distribuição da precipitação anual e interanual verificou-se a necessidade de regularização das disponibilidades através do aumento de armazenamento, prevendo-se que o sistema Alqueva-Pedrogão, com origens localizadas na bacia do Guadiana, poderá satisfazer a maior parte das necessidades estimadas para a bacia do Sado.

Do balanço efectuado para os cenários futuros, considerando o horizonte de 2020, o PBH do Sado verificou que grande parte da procura futura será satisfeita pelos caudais provenientes do sistema de Alqueva, embora seja de prever eventualmente o seu reforço por forma a disponibilizar a oferta de água em zonas mais afastadas daquele empreendimento.

A evolução esperada das áreas de regadio na bacia, entre 2000 e 2020, é de cerca de 270%. Dada a dependência das áreas de regadio da existência de solos com aptidão agrícola e da disponibilidade de água para rega, ou seja, neste último caso, da maior ou menor proximidade a grandes infra-estruturas para aproveitamento hidroagrícola, caso do aproveitamento do Alqueva, a evolução das áreas de regadio é variável entre as sub-regiões da bacia.

Constata -se portanto, que o PBH do Sado prevê a ligação entre as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado, como forma de gerir de forma sustentável os recursos hídricos desta bacia, carenciada em diversas áreas.

Os Planos de Ordenamento das Albufeiras constituem também um dos instrumentos de ordenamento essenciais para o desenvolvimento e pormenorização no terreno dos objectivos definidos no âmbito do PBH do Sado, sendo a sua promoção da responsabilidade directa do Estado. Actualmente, e no que respeita à área de intervenção considerada, está aprovado o Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito, que é analisado seguidamente.

#### 4.8.2.4. Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito (POAA)

O Plano de Ordenamento da Albufeira de Alvito foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 151/98 de 26 de Dezembro. Localizada nos concelhos de Cuba, Portel, Viana do Alentejo e Vidigueira, a albufeira de Alvito revela -se um espaço de grande sensibilidade ecológica que se encontra sujeito às pressões decorrentes das múltiplas utilizações que admite.



A necessidade de compatibilizar os diversos usos, actuais e potenciais, permitidos pelo leito, margens e plano de água da albufeira, numa perspectiva de preservação dos recursos biofísicos em presença, determinou a elaboração do seu Plano de Ordenamento, o qual, nos termos do disposto no Decreto-Lei n.º 151/95, de 24 de Junho, constitui um plano especial de ordenamento do território.

O Plano de Ordenamento da Albufeira de Alvito tem a natureza de regulamento administrativo e com ele se devem conformar os planos municipais e intermunicipais de ordenamento do território, os programas e os projectos a realizar na sua área de intervenção.

Na zona reservada da albufeira, com uma largura de 50 m contados a partir da linha do nível de pleno armazenamento (NPA), não são permitidas quaisquer construções que não constituam infra-estruturas de apoio à utilização da albufeira.

As zonas demarcadas na planta de síntese do POAA constituem parcelas da albufeira ou da sua zona de protecção que se apresentam como áreas homogéneas ao nível das componentes biofísicas ou sócio-económicas. São definidas no POAA as seguintes zonas:

- *No leito e plano de água da albufeira:* zona de protecção ambiental; zonas condicionadas; zonas de recreio balnear; zonas de navegação condicionada; zonas de navegação a motor; pistas de canoagem e remo; zonas de respeito dos órgãos de segurança e utilização da albufeira;
- *Na zona de protecção da albufeira:* áreas preferenciais de implantação turística; zonas de apoio às pistas de remo e canoagem; outras zonas.

A construção do túnel atravessará a zona de protecção da albufeira, a nascente, em zonas classificadas essencialmente como montado de azinho. Algumas partes do dispositivo de segregação de águas interceptam também a zona de protecção da albufeira, notando-se no entanto que este dispositivo constitui uma estrutura de apoio ao funcionamento da albufeira, já que será através que se processará o fornecimento dos caudais de manutenção ecológica da ribeira de Odivelas.

#### 4.8.2.5. Plano Integrado de Desenvolvimento do Distrito de Évora (PIDDEV)

O PIDDEV, documento elaborado para a Associação de Municípios do Distrito de Évora, incide sobre o território dos respectivos concelhos, nomeadamente o de Portel onde se situa as albufeiras do Loureiro e do Alvito e as respectivas infra-estruturas. Este plano define linhas estratégicas de desenvolvimento e de ordenamento para o território.



Não sendo um plano com enquadramento legal, portanto não vinculativo, define no entanto o quadro de opções tomadas pelo conjunto dos municípios participantes, em coordenação com as instituições regionais e nacionais.

Para a área de intervenção identifica, ao nível do uso do território:

- Montados de sobro e azinho – a mancha de maior representatividade e onde se insere a barragem do Loureiro, a albufeira e o troço inicial do túnel de ligação Loureiro- Alvito;
- Sistemas culturais arvenses de sequeiro – de vocação silvo-pastoril esta área é atravessada pelo restante troço do túnel;
- Olivais – com menor expressão.

O PIDDEV prevê a construção do canal de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, assinalando-a como “Infra-estrutura Prevista no Esquema Hidráulico do Alqueva”.

#### 4.8.2.6. Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva (PROZEA).

De acordo com a Resolução de Conselho de Ministros n.º97/94, de 4 de Outubro, a Comissão de Coordenação da Região do Alentejo (CCRA) foi encarregue de promover a elaboração do Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona Envolvente à Albufeira do Alqueva (PROZEA), no qual está incluído o concelho de Portel. O PROZEA foi aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros 70/2002, de 9 de Abril.

Segundo o mesmo diploma os objectivos deste plano são os seguintes:

- Definir uma estratégia de ocupação da zona envolvente da albufeira de Alqueva;
- Garantir a diversificação e compatibilização de usos e de actividades, definindo padrões de ocupação;
- Contribuir para a criação de uma solução integradora na envolvente de novas estruturas e reorganizar as infra-estruturas e acessibilidades.

Para além destes objectivos, na proposta de plano que corresponde à 2ª fase, Revisão B do PROZEA (FBO & TECNINVEST, 1999), foram especificados outros, nomeadamente:

- Integração do empreendimento de Alqueva no espaço regional em que se insere, em termos de estrutura e organização do território;





- Compatibilizar as propostas de desenvolvimento e ordenamento existentes (ao nível local - PDM - e ao nível regional) com os efeitos esperados do projecto do Alqueva;
- Assegurar a repartição equilibrada na região de eventuais benefícios;
- Elaborar um esquema de ordenamento e um quadro de intervenções estratégicas que forneça directrizes de planeamento para um futuro Plano de Ordenamento da Albufeira (POA).

Por forma a concretizar estes objectivos, a proposta de plano apresenta um modelo de desenvolvimento regional, que constitui a base do plano e que se traduz numa estruturação e ordenamento do território de modo a responder ao conjunto de desafios que a área actualmente coloca:

- Sustentabilidade ecológica da zona, tirando o maior rendimento dos recursos existentes e gerados pela construção da barragem e enchimento da albufeira de Alqueva;
- Desenvolvimento das actividades económicas e do emprego, de acordo com critérios de utilização racional do espaço, organização das infra-estruturas e conservação dos valores paisagísticos;
- Consolidação da identidade sub-regional construída em torno do aproveitamento equilibrado de uma infra-estrutura comum a cinco concelhos, garantindo uma repartição equitativa dos benefícios;
- Reforço das redes de equipamentos e infra-estruturas consideradas básicas quer para o bem-estar da população residente, quer para o apoio a novas actividades económicas;
- Integração da sub-região nos planos e programas de âmbito regional e nacional.

#### 4.8.2.7. Programa Específico de Desenvolvimento Integrado da Zona do Alqueva (PEDIZA)

No quadro da região do Alentejo, a zona de influência de Alqueva será palco de uma dinâmica específica que justificou a criação de um instrumento de intervenção autónomo, centrado na construção das infra-estruturas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, bem como na minimização dos impactos negativos e na maximização das potencialidades decorrentes da sua implementação.

É neste contexto que surge o Programa Específico de Desenvolvimento Integrado da Zona do Alqueva (PEDIZA), aprovado em 28 de Julho de 1997 pela Comissão Europeia, no âmbito do II QCA. Este plano tem um âmbito sub-regional, que abrange cerca de um terço do Alentejo, com 216.000 habitantes e com incidência em múltiplos domínios de intervenção, como sejam a construção da barragem e da central hidroeléctrica de Alqueva, as respectivas compensações ambientais e sócio-económicas, a alteração do modelo agrícola, a dinamização do tecido económico regional e a formação profissional.



O PEDIZA é um programa com autonomia de gestão e com integração própria no QCA II, estabelecido para o período 1997-1999, ainda que esteja prevista uma segunda fase de consolidação dos investimentos em curso e de desenvolvimento de outras áreas de intervenções complementares, devido ao horizonte temporal alargado dos investimentos realizados e a realizar.

A natureza intersectorial do PEDIZA exigiu a combinação de diversas fontes de financiamento comunitário proveniente do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), da secção "Orientação" do Fundo Europeu de Orientação e Garantia Agrícola (FEOGA) e do Fundo Social Europeu (FSE).

O PEDIZA tem como objectivos fundamentais:

- Promover a construção do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, constituindo uma reserva estratégica de água na região do Alentejo;
- Maximizar as sinergias que a sua construção irá gerar e potenciar o seu aproveitamento para o desenvolvimento da zona afectadas pelo regolho da albufeira e da zona abrangida pela rede de rega;
- Criar condições favoráveis a uma progressiva alteração do modelo cultural agrícola, com a consequente substituição de produções de sequeiro por produções de regadio;
- Maximizar e compensar os impactes negativos e valorizar os impactes positivos decorrentes da construção do EFMA;
- Promover um correcto ordenamento do território, nomeadamente no domínio das infra-estruturas e do património natural e construído, contribuindo simultaneamente para a valorização das condições existentes;
- Reforçar e fomentar a aproximação das instituições dos dois lados da fronteira, maximizando os efeitos benéficos da cooperação transfronteiriça, designadamente no que se refere à qualidade da água e à sua utilização.

O projecto do túnel de ligação das albufeiras do Loureiro e do Alvito pretende responder a este plano, já que é parte integrante do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

### **4.8.3. Servidões e restrições**

#### **4.8.3.1. Introdução**

A servidão constitui um ónus ou encargo, imposto sobre uma propriedade e limitador do exercício do direito de propriedade. A servidão é administrativa quando é imposta uma disposição legal sobre uma



propriedade por razões de utilidade pública. Resulta imediatamente da Lei e do facto de existir um objecto que a Lei considera como dominante sobre os prédios vizinhos. Este estatuto contribui para maximizar a utilidade pública dos bens que a determinam (DGOT, 1988, 1992 *in* Partidário, 1999).

As restrições de utilidade pública usufruem de um regime semelhante ao das servidões administrativas, mas distinguem-se destas por visarem a realização de interesses públicos abstractos, não corporizados na utilidade de um objecto concreto, seja de prédio ou qualquer outro imóvel (Partidário, 1999).

Pela análise da Planta de Condicionantes do PDM do concelho de Portel, as servidões e restrições encontradas na área de estudo são as seguintes:

- Reserva Ecológica Nacional (REN);
- Reserva Agrícola Nacional (RAN);
- Protecção ao património cultural;
- Protecção a rodovias;
- Protecção à rede de captação, adução e distribuição de água;
- Protecção a redes de distribuição de energia eléctrica;
- Protecção a marcos geodésicos;
- Protecção ao uso das áreas de domínio público hídrico;
- Albufeiras de águas públicas;
- Condicionantes decorrentes da legislação aplicável aos montados;
- Suiniculturas.

Seguidamente descrevem-se as condicionantes a que deverão estar sujeitas as áreas sobre as quais incidem estas servidões e restrições de utilidade pública.

#### 4.8.3.2. Reserva Ecológica Nacional (REN)

A Reserva Ecológica Nacional está amplamente representada na área de estudo, ocupando cerca de 90% desta. As áreas abrangidas pela REN, no concelho de Portel, são as enumeradas seguidamente, nos termos do Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 213/92, de 12 de Outubro:

- Leitos e margens dos cursos de água e zonas ameaçadas pe las cheias;
- Albufeiras e faixa de protecção delimitada a partir da linha de regolfo máximo;
- Cabeceiras das linhas de água;
- Áreas de máxima infiltração;
- Áreas com riscos de erosão.



A norte do festo principal (separação das bacias do Sado e do Guadiana), praticamente toda a área está classificada como “Áreas com Riscos de Erosão”, correspondente a solos esqueléticos de xistos e / ou a declives elevados. Esta ocorrência na bacia da albufeira do Loureiro é fundamental como factor de ponderação das medidas a tomar em relação à sua vida útil.

Ocorre depois uma faixa de “Cabeceiras das Linhas de Água” abrangendo o festo anteriormente referido e o festo que efectua o limite nascente da bacia da albufeira, o que traduz a existência de zonas aplanadas de topo com elevado potencial de infiltração, importantes assim para a recarga dos aquíferos. São áreas importantes no combate à erosão por propiciarem a infiltração das águas e consequente redução do escoamento superficial.

Junto à ribeira de Oriola, no extremo Sudoeste da área em estudo ocorrem as manchas mais significativas de “Áreas Ameaçadas pelas Cheias” e “Áreas de Máxima Infiltração”, coincidentes com aluviões.

Envolvendo a albufeira do Alvito está demarcada uma faixa de protecção às albufeiras. A conduta atravessa todas estas ocorrências.

Nas áreas da REN aplica-se o Decreto-Lei nº 93/90, de 19 de Março, alterado pelo Decreto-Lei nº 213/92, de 12 de Outubro.

#### 4.8.3.3. Reserva Agrícola Nacional (RAN)

A Reserva Agrícola Nacional está representada na região em estudo por manchas esparsas coincidentes na sua esmagadora maioria com aluviões muito estreitos associados a cursos de água, com excepção de manchas de maior expressão a Norte de Monte do Trigo, em zonas relativamente planas, associadas a solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos e Mediterrâneos Pardos (Fig.4.8.2).

Nas área de RAN aplica-se o Decreto-Lei nº 196/89, de 14 de Junho, com a redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei nº 274/92, de 12 de Dezembro.

#### 4.8.3.4 Legislação aplicável aos montados

Os montados de sobro e azinho estão actualmente confinados a zonas onde predominam influências climáticas mediterrânicas com fraca pluviosidade concentrada num curto número de meses e grandes amplitudes térmicas, com condicionalismos mesológicos e pedológicos adversos, o que confere a estes ecossistemas elevada especificidade e sensibilidade.

Constituindo por regra sistemas agro-silvo-pastoris, apresentam grande complexidade ecológica; com uma fauna e flora associadas que contêm muitos endemismos e espécies raras, torna-se urgente a



promoção da sua preservação no âmbito de uma estratégia mundial de conservação, constituindo assim o sobreiro, *Quercus suber*L., e a azinheira, *Quercus rotundifolia* Lam., uma das componentes principais dos sistemas vivos a valorizar e preservar.

Sendo conhecidos os processos de desertificação na zona mediterrânica, mais fácil se torna reconhecer a extrema importância destes ecossistemas, dado localizarem-se na área de transição entre as zonas áridas e as terras férteis do Centro e Norte da Europa.

Assim, perante as fortes pressões que continuamente têm atingido muitos montados, quer por eliminação do arvoredo para afectação do terreno a outros fins, quer pela prática de operações culturais tecnicamente incorrectas, toma-se urgente defender estes povoamentos, pelo que se impõe o estabelecimento de normas de protecção adequadas e eficazes, preconizadas pelo Decreto-Lei n.º 169/2001 de 25 de Maio.

Representando este produto uma importante fonte de rendimento para muitas explorações agro-floresta is do País, alimentando toda uma fileira industrial, sendo responsável, após transformação, por 3 % do total das exportações nacionais e sendo Portugal o primeiro produtor mundial de cortiça, toma-se também necessário um conhecimento exacto das potencialidades dos povoamentos florestais, relativamente aos quantitativos de cortiça extraídos anualmente, a fim de permitir a adopção de medidas tendentes a corrigir eventuais desequilíbrios entre a oferta e a procura daquele produto.

Quanto aos processos de desmatção e desarborização previstos no âmbito da construção do túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, segundo o Artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 21-A/98 de 6 de Fevereiro, relativo ao Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, os expropriados e demais interessados ou mesmo terceiros não podem deduzir oposição às acções de desmatção e desarborização, designadamente ao corte ou arranque de montados de sobreiro ou azinho, com vista à realização do Empreendimento. O mesmo Decreto-Lei n.º 21-A/98, de 6 de Fevereiro refere que o corte ou arranque de espécies legalmente protegidas não carece de autorização, sendo, no entanto, aplicável o disposto no n.º 2 do artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 11/97, de 14 de Janeiro.

#### 4.8.3.5. Domínio Público Hídrico e albufeiras de águas públicas

O domínio público hídrico é constituído pelo domínio público marítimo e fluvial, integrando na área de estudo:

- a albufeira do Alvito;
- a albufeira do Loureiro;
- uma margem no mínimo de 50 m nas águas fluviáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias;



- uma margem de 10 m nas águas não navegáveis nem fluviáveis.

Ao Domínio Público Hídrico é aplicável o disposto nos Decretos-lei nº468/71, de 5 de Novembro, 46/94, de 22 de Fevereiro., 89/87, de 26 de Fevereiro e 70/90, de 2 de Março, para além do disposto no artigo 5º do Decreto-Lei nº93/90.

De acordo com o Decreto-lei nº468/71, as áreas incluídas no Domínio Público Hídrico estão sujeitas a servidão de uso público. Por outro lado, de acordo com o Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro, as intervenções do tipo da que se pretende efectuar, são consideradas construção de infra-estruturas hidráulicas. A construção, alteração, reparação ou demolição de infra-estruturas hidráulicas, independentemente do fim a que se destinam, carece de título de utilização e está sujeita à obtenção de licença contendo descrição do aproveitamento, com apresentação dos aspectos gerais do curso de água, vegetação circundante, configuração topográfica e descrição geológica do terreno (artigo 42º):

Quaisquer intervenções no Domínio Público Hídrico encontram-se condicionadas à obtenção de licença, não sendo permitida a execução de quaisquer obras, permanentes ou temporárias, sem licença INAG/Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (Decreto-Lei n.º468/71 de 5 de Novembro, Artº12º, alterado pelo Decreto-Lei n.º 46/94 de 22 de Fevereiro).

O Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro, procurou instituir um regime eficaz em matéria de gestão ordenada das albufeiras de águas públicas, tendo sido alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 37/91 de 23 de Julho.

Assim, decreta este diploma que a área da zona de protecção das albufeiras de águas públicas classificadas, marginal da albufeira e com a largura de 50 m a partir da linha do nível de pleno armazenamento (NPA) é considerada zona reservada, na qual não serão permitidas quaisquer construções que não sejam de infra-estruturas de apoio à utilização dessas albufeiras, podendo, contudo, essa largura vir a ser ajustada, para cada albufeira e ao longo desta, se tal for considerado conveniente de acordo com o ordenamento territorial da zona de protecção.

Cada albufeira classificada é objecto de um plano de ordenamento que define os princípios e regras da utilização das águas públicas e da ocupação, uso e transformação do solo da respectiva zona de protecção. No caso das albufeiras na área de estudo, entrou em vigor em 1998 o Plano de Ordenamento da Albufeira do Alvito, analisado anteriormente.



#### 4.8.3.6. Estrada Nacional 384 e Caminho Municipal 1119

As servidões a que estão sujeitos os terrenos ao longo das estradas destinam-se a proteger as vias de comunicação demasiado próximas, nomeadamente as que afectam a segurança do trânsito e a visibilidade, e a garantir a possibilidade de futuros alargamentos das vias e a realização de obras de beneficiação.

A servidão instituída é variável, consoante a classificação da estrada, sendo as áreas *non aedificandi* as definidas pela legislação em vigor, nomeadamente pelo Decreto-Lei n.º 13/94, de 15 de Janeiro.

A rede rodoviária municipal é constituída pelas estradas municipais, caminhos municipais, caminhos vicinais, arruamentos urbanos e outras vias não classificadas que caíam no domínio público pelo uso. São fixadas faixas de protecção *non aedificandi*, que podem ir ser de 6, 10 ou 50 m, para cada lado do eixo da estrada, consoante se trate, respectivamente, de vedações, de construções para fins habitacionais ou de construções para instalação de fábricas ou outras que possam causar dano, estorvo ou perigo quer à via quer ao trânsito.

#### 4.8.3.7. Outras condicionantes

As zonas sujeitas a condicionamentos especiais, devidamente delimitadas na Planta de Ordenamento e na Planta de Condicionantes do PDM do concelho de Portel têm como objectivo garantir a segurança dos cidadãos, o funcionamento das infra-estruturas e a valorização do património ambiental. Na área de estudo, os condicionamentos especiais existentes são:

- Um reservatório a nordeste da albufeira do Alvito;
- Diversas nascentes de água;
- Marcos geodésicos localizados próximo das localidades de Ferros, Outeirão, Vale de Burro e Maroiços;
- Postos de transformação, instalados ao longo de toda a área de estudo;
- Uma suinicultura instalada perto de Ferros;
- Áreas de protecção respectivas.

Na rede de distribuição e adução de água é interdita a construção ao longo de uma faixa de 10 m medida para cada lado do traçado das condutas de adução ou distribuição. As captações públicas de água subterrânea estão sujeitas a zonas de protecção que visam garantir as melhores condições de exploração, nomeadamente no que se refere à qualidade exigida para abastecimento público. Também é interdita a edificação sobre os colectores das redes de esgotos públicos ou privados.



#### 4.8.4. Síntese

A ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito encontra-se prevista no âmbito dos planos de ordenamento e desenvolvimento regionais como o PIDDEV, o PEDIZA e o PROZEA. A sua implementação, como parte do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, pretende responder à estratégia de desenvolvimento regional adoptada para esta região

No que respeita ao Plano Director Municipal de Portel, as áreas abrangidas pela estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito são coincidentes com as seguintes classes de espaço definidas na Carta de Ordenamento: Espaços Agrícolas, Espaços silvo-pastoris, Espaços Naturais, Espaços culturais e Espaços-canais e de protecção às infra-estruturas. São ainda abrangidas por áreas de Reserva Ecológica Nacional e de Reserva Agrícola Nacional.

#### 4.8.5. Evolução da situação de referência sem projecto

No que diz respeito a este descritor, prevê-se uma evolução da situação de referência condicionada pelos principais instrumentos de ordenamento actualmente em vigor, como seja o PDM de Portel, que irão determinar o desenvolvimento da situação da área de estudo.

No entanto, a não implementação do Projecto inviabilizará, em grande parte, a construção do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, o que contraria todas as indicações e orientações dos planos de ordenamento e desenvolvimento regionais como o PEDIZA e o PROZEA.





## 4.9. Sócio-Economia

### 4.9.1. Introdução

A presente caracterização sócio-económica da área geográfica de implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito servirá de base para a fase seguinte, onde se efectuará a análise dos impactes sociais e económicos do projecto, bem como a proposta de medidas de minimização. A análise sócio-económica incidirá sobre a demografia, a estrutura sócio-económica e as condições de vida da população.

A informação utilizada para a realização do presente trabalho foram os Censos de 1991 e de 2001, Resultados Preliminares e Definitivos, do Instituto Nacional de Estatística, os Anuários Estatísticos da Região do Alentejo (1996 e 2000), o Plano Director Municipal do Concelho de Portel (PROJECTOPLANO, 1995), ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 177/95, o Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998), indicadores sócio-económicos da Direcção-Geral do Comércio e da Concorrência e dados estatísticos de Os Municípios do Alentejo (CCRA-1998), entre outras fontes.

### 4.9.2. Demografia e dinâmica populacional

#### 4.9.2.1. Enquadramento geográfico e administrativo

A área de implementação do projecto, localiza-se no Concelho de Portel, no Sul do distrito de Évora, integrando a Sub-Região do Alentejo Central. É delimitada pelos Concelhos de Évora a Norte, o de Reguengos de Monsaraz e Moura a Nordeste, o de Vidigueira e Cuba a Sudeste e o de Viana do Alentejo a Noroeste.

O Concelho apresenta uma superfície de 601,14 Km<sup>2</sup> e é constituído por oito freguesias: Alqueva, Amieira, Monte do Trigo, Oriola, Portel, São Bartolomeu do Outeiro, Santana e Vera Cruz. O Troço de Ligação Loureiro-Alvito irá atravessar as freguesias de Portel (freguesia e sede de Concelho), Monte do Trigo e marginalmente a de Oriola.

A freguesia de Monte do Trigo dista da sede de Concelho cerca de 13km e está situada na margem direita do rio Degebe. A freguesia de Oriola dista da sede de Concelho cerca de 15 km, sendo o local de implantação da albufeira do Alvito.



#### 4.9.2.2. Evolução e distribuição da população

O distrito de Évora tem registado nas últimas décadas um importante decréscimo da população residente. Este decréscimo deve-se essencialmente a um saldo natural negativo, que está na origem de um duplo envelhecimento da população, com um aumento da população idosa e simultâneo decréscimo do número de nascimentos.

Se até 1991 o saldo migratório se apresentava igualmente negativo, na última década regista-se pela primeira vez um saldo migratório positivo. Este facto, apesar de não ser suficiente para inverter a tendência demográfica de decréscimo populacional, contribuiu no entanto para um crescimento negativo menos acentuado.

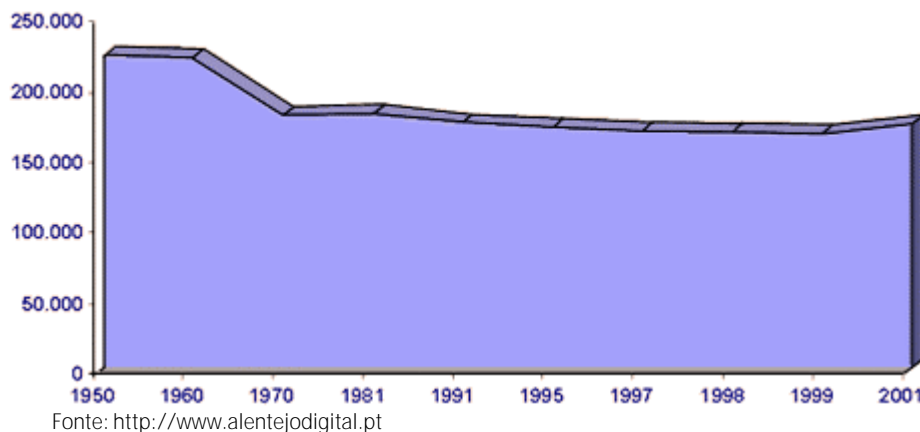


Figura 4.9.1 - Evolução da População Residente no Distrito de Évora 1950-2001

O fenómeno de envelhecimento demográfico ocorreu em todas as regiões do país, devido à diminuição da taxa de natalidade e taxa de mortalidade e ao aumento da esperança média de vida, consequências directas de uma melhoria das condições de vida e dos avanços da medicina, entre outras causas. Porém o Alentejo constitui a região mais envelhecida de todo o território nacional, registando a maior proporção de idosos (22,3%) e simultaneamente, a mais baixa de jovens (13,7%).

Este facto é bem notório na análise da pirâmide etária, que combina os dados de Portugal com os da região alentejana (Figura 4.9.2). A base é bem mais estreita que a do país evidenciando uma taxa de natalidade inferior à da média nacional, de frisar ainda, que entre 1991 e 2001 o grupo dos jovens perdeu cerca de 20% da sua população. A pirâmide apresenta ainda um topo mais largo que a do território nacional, correspondendo a um maior efectivo da população idosa, visível a partir dos 60 anos. Estes factos resultam numa pirâmide etária com um envelhecimento muito pronunciado.



De salientar que o número de mulheres é superior ao dos homens, constatando-se que a idade média da população desta região situa-se nos 41,7 anos nos homens e nos 44,4 anos nas mulheres.

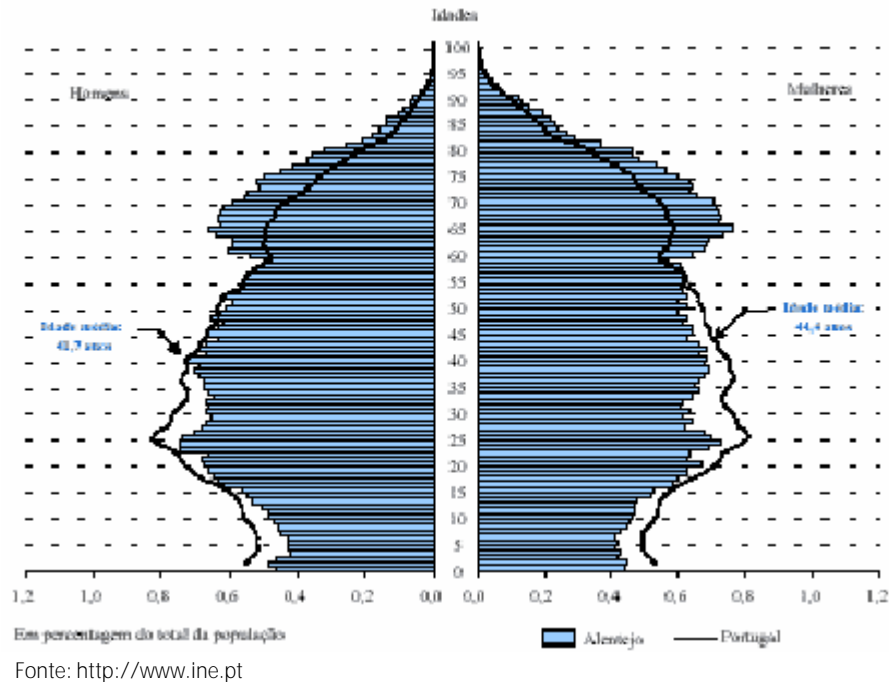


Figura 4.9.2 - Pirâmide etária de Portugal e Alentejo, 2001

Quadro 4.9.1 – Área e densidade populacional da Região do Alentejo e do Território de Portugal.

Unidades Regionais	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
Portugal	92141,5	108,5
Alentejo	27029	18,7
Alentejo Central	7228,1	22,9
Alentejo Litoral	5303,2	17,3
Alto Alentejo	5953	19,9
Baixo Alentejo	8544,6	15,2
Portel	601,14	15,2

Fonte: INE, Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2000

Como se observa no Quadro 4.9.1, a densidade populacional da região do Alentejo é muito baixa, registando os valores mais baixos do território nacional (18,7 hab/Km<sup>2</sup> contra 108,5 hab/Km<sup>2</sup> de Portugal). Porém dentro da Região do Alentejo a Sub-Região do Alentejo Central é nitidamente a que possui uma maior densidade populacional (22,9 hab./ Km<sup>2</sup>), maior inclusive que a média da região alentejana, sendo um valor significativo se pensarmos que é a segunda maior Sub-Região do Alentejo. Ao nível da freguesia



do centro do Alentejo, verifica-se que por oposição, o Concelho de Portel (12,2 hab/ Km<sup>2</sup>), é o segundo menor em termos de densidade populacional, correspondendo o seu valor a aproximadamente metade do apresentado pela região Central do Alentejo, e o quarto maior em relação à superfície.

A distribuição da população pelas freguesias do Concelho de Porte não é homogénea. As freguesias mais populosas são as de Portel (sede de Concelho) e Monte do Trigo. As freguesias de Alqueva, Amieira e Oriola são as menos populosas.

Quadro 4.9.2 – Evolução populacional no Concelho de Portel

Freguesias	População Residente		Área (km <sup>2</sup> )	Distância à Sede de Concelho (km)	Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> )	Variação da População Residente (%)
	1991	2001				
Alqueva	250	449	79,2	19	5,7	-135,6
Amieira	505	436	98,36	14	4,4	-9,5
Monte do Trigo	1318	1245	107,01	13	11,6	-5,46
Oriola	578	495	36,21	15	13,6	-14,53
Portel	2797	2825	156,4	Sede	18,1	-1,86
S. B. Outeiro	688	628	37,49	20	16,8	-7,69
Santana	689	575	41,89	13	13,7	-17,15
Vera Cruz	430	600	44,58	10	13,5	6,28
Concelho de Portel	7525	7253	60,58	-	12,2	-7,95

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados Definitivos

Da análise do Quadro 4.9.2 constata-se que o concelho de Portel apresenta uma evolução da população negativa (-7,95%). Das freguesias em estudo, verifica-se que quer a sede de Concelho, quer Monte do Trigo são as que apresentam uma menor decréscimo dos efectivos populacionais com -1,86% e -5,46% respectivamente. Podendo-se assim dizer, que no caso de Portel os efectivos populacionais se mantiveram praticamente estáveis.

No que se refere à freguesia de Oriola, esta apresenta um forte decréscimo populacional com uma variação de -14,53%, só sendo superada pela freguesia de Santana com -17,15%. De todas as freguesias do concelho, só a de Vera Cruz, apresenta uma evolução positiva da população residente, verificando-se um acréscimo populacional de 6,28%.

Do mesmo quadro pode-se fazer uma análise da distribuição da população no concelho de Portel, de forma a saber os efectivos populacionais por freguesia. A população do concelho de Portel distribui-se de uma forma homogénea pelas freguesias, entre 436 e 628 habitantes, excepção feita às de Portel e Monte do Trigo que são as que apresentam um maior efectivo populacional com 2825 e 1245 habitantes



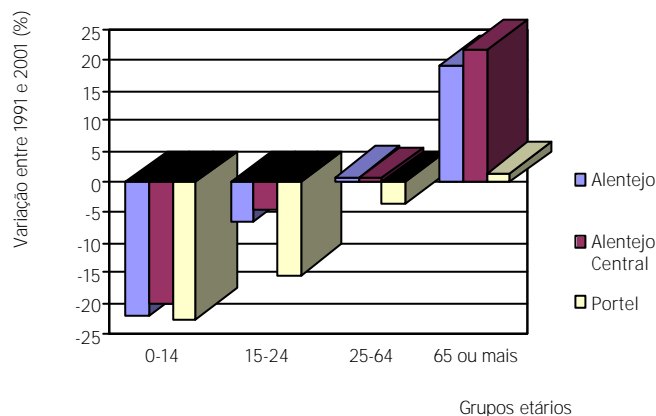
respectivamente. A freguesia que apresenta uma maior densidade populacional corresponde à sede de concelho (Portel) com 18,1 hab./km<sup>2</sup>.

Monte do Trigo, uma vez que a seguir a Portel é a freguesia com a maior área do concelho, 107,01 km<sup>2</sup> apresenta por isso uma menor densidade populacional 12,2 hab./ km<sup>2</sup>. Pelo fenómeno inverso verifica-se em Oriola uma densidade populacional de 13,6 hab./ Km<sup>2</sup> por possuir a menor área do concelho 36,21 Km<sup>2</sup>.

Se pensarmos que a densidade populacional média do país no ano de 2001 é de 111,1 hab./ Km<sup>2</sup> estes valores só vem confirmar que é preciso intervir na região do Alentejo, de forma a manter as populações jovens para a médio prazo poder se inverter esta tendência.

Dentro da estrutura familiar, no Concelho de Portel, predominam as famílias com um núcleo, 2 041, para um total de 2 747. Nos casais com um núcleo, 1 780 correspondem a casal de direito e dentro destes 1 004 têm filhos.

O número de efectivos não se distribui de igual modo pelos diferentes grupos etários. A Figura 4.9.3 apresenta a variação percentual dos grupos etários na região alentejana, sub-região do Alentejo Central e do Concelho de Portel, entre os anos de 1991 e 2001.



Fonte: INE, Censos2001, Resultados Definitivos

Figura 4.9.3 - Variação percentual dos grupos etários entre os anos de 1991 e 2001

Como se pode constatar pela Figura 4.9.3, houve um decréscimo muito acentuado da população jovem (crianças e jovens) e um acréscimo de idosos, entre os anos de 1991 e 2001.

Nas diferentes unidades regionais, o grupo etário das crianças (entre os 0 e os 14 anos) decresceu cerca de 20%, o grupo etário dos jovens (entre os 15 e os 24 anos) decresceu 4,8%, na sub-região, 6,4% na região e 15,3% no concelho em estudo.



O grupo etário dos adultos (entre os 25 e os 64 anos) manteve-se estável oscilando apenas 0,8% à excepção do Concelho de Portel em que também este grupo etário diminui 3,6%.

Em todas as unidades regionais houve um aumento dos idosos, variando o seu valor entre os 11,5% no concelho de Portel, os 19,1% na região alentejana e os 21,9% na sub região do Alentejo central.

Os índices de envelhecimento da população e a taxa de dependência da região alentejana são bastante superiores aos valores nacionais, conforme se pode verificar no Quadro 4.9.3.

Quadro 4.9.3 – Índice de Envelhecimento e Taxa de Dependência em 1991 e 2001

Unidades Regionais	Índice de Envelhecimento (%)		Taxa de Dependência (%)	
	1991	2001	1991	2001
Portugal	68,1	102,2	67,1	60,6
Alentejo	106,6	162,7	71,9	70,8
Alentejo Central	150,3	160,5	71,2	71,8
Portel	115,4	166,1	78,7	78,1

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados definitivos

Em todo o país, face ao aumento do número de idosos verifica-se um aumento do índice de envelhecimento e da taxa de dependência. O índice de envelhecimento é superior na região alentejana porque para além do crescimento da população idosa, a população jovem está a diminuir muito acentuadamente, quer por motivos de diminuição da taxa de natalidade, quer por migração dos jovens para outras regiões que lhes ofereçam melhores condições.

O Alentejo, apresenta valores preocupantes que é preciso inverter, para o desenvolvimento da economia desta região. O referido envelhecimento da população é evidenciado pela evolução da taxa de natalidade, que tem vindo a diminuir.

A apreciação das taxas de natalidade, de mortalidade e mortalidade infantil, permitem aferir o movimento natural da população que de certa forma reflecte o seu comportamento demográfico. Os valores disponíveis para a região alentejana, sub-região Alentejo Central e para o Concelho de Portel são seguidamente avaliados.



Quadro 4.9.4 – Taxas de Natalidade, Mortalidade e Mortalidade Infantil em 1999

Unidades Regionais	Taxa de Natalidade (‰)	Taxa de Mortalidade Infantil (‰)	Taxa de Mortalidade (‰)
Portugal	11,6	6,4	10,8
Alentejo	9,2	5,5	15,3
Alentejo Central	9,5	6	13,6
Portel	8,9	13,3	15,3

Fonte: INE, Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2000

O concelho de Portel acompanhou as variações acima referidas apresentando, no entanto, uma taxa de mortalidade infantil de 13,3 ‰, valor superior aos das taxas nacional (6,4‰), regional (5,5‰) e sub-regional (6‰). A taxa de natalidade foi ligeiramente menor no Concelho de Portel (8,9‰) à média nacional (11,6‰). Já quanto à taxa de mortalidade, o Concelho de Portel apresentou um valor de 15,3‰, valor equivalente à média regional e superior à média nacional (10,8‰).

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que a taxa de natalidade mantém a sua tendência no sentido descendente. O comportamento da taxa de mortalidade é idêntico mas no sentido ascendente. No que respeita à variação percentual da população residente entre 1991 e 2001 conclui-se que esta variação foi negativa no Concelho de Portel (-5,5%) enquanto na média nacional foi positiva (5%).

Logo houve um decréscimo populacional verificado entre 1991 e 2001 no Concelho de Portel, enquanto a nível nacional verificou-se um crescimento populacional. Este crescimento ou variação populacional é o resultado do balanço entre o saldo natural (resultante da relação entre a taxa de natalidade e a taxa de mortalidade) e o saldo migratório.

Quadro 4.9.5 – Migrações espaciais da população do Concelho de Portel entre os anos de 1995 e 1999

Anos	População que não mudou de concelho		Imigrantes no Concelho				Emigrantes do Concelho para outro concelho	
			de outro Concelho		do Estrangeiro			
	HM	H	HM	H	HM	H	HM	H
1995	6210	2998	451	234	102	58	367	171
1999	6759	3293	214	106	37	24	129	65

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados Definitivos

Pela análise do Quadro 4.9.5, verifica-se que no período de 1995 a 1999, houve um decréscimo das migrações espaciais no Concelho de Portel. Foi maior o número de pessoas que se manteve no Concelho



no ano de 1999. Comparativamente, diminuiu o número de imigrantes provenientes quer de outro Concelho, quer do estrangeiro. Diminuiu também a migração da população deste concelho para outro.

Da observação deste quadro, constata-se que está a diminuir o exodo-rural, situação muito característica desta região. Contudo, é preciso esclarecer que as razões que se prendem pela diminuição das migrações espaciais, se devem ao decréscimo populacional das populações migrantes, jovens e adultos, não significando por isso, que as migrações espaciais estejam realmente a diminuir.

#### 4.9.2.3. Povoamento e rede urbana

Nos tempos da Reconquista, na I Dinastia, estas terras foram doadas aos nobres e às ordens religiosas e militares, sendo distribuídas em latifúndios. As aldeias, constituídas pela população que trabalhava nas herdades, foram crescendo envolvidas pelo latifúndio. As questões históricas associadas ao suporte físico natural, ao clima, a exploração agrícola de cultura extensiva, determinaram a forma dos estabelecimentos humanos.

A fraca densidade populacional do concelho e da região provoca a concentração das populações em aldeias e vilas, deixando entre si grandes extensões de terreno. É um tipo de povoamento concentrado, com muito rara disseminação com expressão nos “montes”, que pela extensão das propriedades são bastante afastados entre si.

### 4.9.3. Estrutura económica

#### 4.9.3.1. Economia regional e local

Na última década tem-se assistido a uma diversificação progressiva da base económica da sub-região alentejana central, com uma significativa tendência para a terciarização a par de um importante crescimento do sector da indústria transformadora.

Apesar desta diversificação, a agricultura permanece como actividade de relevo, ocupando ainda uma importante faixa da população activa. Porém este sector de actividade está a perder importância, estando sujeito a um despovoamento e a uma substituição de culturas por tipos de exploração que dispense a mão-de-obra humana em favorecimento da mecanização.

Com o empreendimento do Alqueva dever-se-á assistir a uma retoma de importância da agricultura, devido à mudança de sistema agrícola de sequeiro para regadio nas áreas beneficiadas, e a uma





valorização da actividade turística com o surgimento de várias formas de lazer associadas aos meios hídricos e consequente aumento de actividades comerciais ligadas ao turismo.

Na freguesia de Portel, as principais actividades económicas desenvolvidas são, a agricultura, a pecuária, a indústria transformadora, a construção e obras públicas, o comércio por grosso e a retalho e os transportes, armazenagem e comunicações.

Actividades como a agricultura e a pecuária são ainda a base estrutural de toda uma série de actividades económicas a nível regional e local. Assiste-se a um aumento da importância da actividade industrial, mas, no entanto, são as actividades do sector terciário que maior número de efectivos empregam.

#### 4.9.3.2. Actividade e emprego

A população com actividade económica do concelho de Portel era, em 2001, cerca de 3158 indivíduos que perfazem uma taxa de actividade de 44,4% (INE, 2001). Através dos dados dos Censos 2001 também se veicula a informação de que a proporção de mulheres no activo é mais baixa, facto constante na maior parte dos concelhos alentejanos.

Explorando os dados, estes demonstram que a população activa do concelho é composta por 52,3% de homens e que as mulheres activas representam 36,9% (INE, 2001). A relação da taxa de desemprego em Portel para um total de 11,7%, é de 6,8% homens para 18,3% de mulheres. Situação esta visivelmente maior do que para a região do Alentejo com 8,4% de desempregados e para a média da sub-região do Alentejo Central com 6,2%.

A taxa de actividade é relativamente equitativa para a região alentejana, sub-região do centro do Alentejo e do concelho de Portel, rondando os 45,4% (média das três unidades regionais). O Quadro 4.9.6 indica a situação relativamente ao emprego da população com actividade económica em Portel e no Alentejo.

Quadro 4.9.6 – População activa e efectivos populacionais empregados e desempregados

Unidades Regionais	População Empregada	População Desempregada			População Economicamente Activa			Taxa de Actividade	Taxa de Desemprego
	Total	Total	H	M	Total	H	M	%	%
Alentejo	323167	29782	10487	19295	352949	198795	323167	45,4	8,4
Alentejo Central	75723	5029	1673	3356	80752	44666	75723	46,5	6,2
Portel	2790	368	123	245	3158	1816	2790	44,4	11,7

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados Definitivos



Os valores do Quadro 4.9.6 sofreram alterações em relação aos valores de 1991. Nessa altura, a taxa de desemprego no concelho de Portel era de 24,4%, na sub-região do Alentejo central era de 9,2% e na região alentejana era de 10,2%. Houve neste período de dez anos um aumento da taxa de actividade e uma diminuição da taxa de desemprego.

#### 4.9.3.3. Estrutura sectorial das actividades económicas

A distribuição da população pelos sectores de actividade faz-se sentir com maior peso no sector terciário. Assiste-se assim a uma terciarização crescente e a um aumento significativo da industrialização na região alentejana em detrimento das actividades tradicionais ligadas ao sector primário, tais como a agricultura, a produção animal, a silvicultura, entre outras.

Quadro 4.9.7 – População empregada por sectores de actividade económica (1991/2001)

Unidades Regionais	População Empregada		Sector Primário		Sector Secundário		Sector Terciário	
	1991	2001	1991	2001	1991	2001	1991	2001
Alentejo	200484	323167	46574	38700	19249	90294	101922	194173
Alentejo Central	68888	75723	14910	9104	569	21128	34729	45491
Portel	2519	2790	1044	727	181	789	906	1274

Fonte: Instituto Nacional de Estatística (INE, 1991,2001)

Como se pode constatar no Quadro 4.9.7 houve um decréscimo significativo do sector primário em todas as unidades regionais alentejanas, e um aumento do número de empregados no sector terciário.

Quadro 4.9.8 – Variação percentual da população nos sectores de actividade

Emprego por sectores	Portel		Alentejo Central		Alentejo	
	1991	2001	1991	2001	1991	2001
Primário (%)	41	26	21	12	23	12
Secundário (%)	23	28	28	28	26	28
Terciário (%)	36	46	50	60	51	60

Fonte: Instituto Nacional de Estatística (INE, 1991,2001)

Os dados apresentados no Quadro 4.9.8 comprovam a importância do sector terciário no concelho, na sub-região, e na região. Este sector revelou um acentuado crescimento entre 1991 e 2001 ( de 51% ou 50% para 60% na região e sub-região alentejana e de 36% para 46% no concelho de Portel)ao mesmo tempo que o sector primário, decrescia ( de 23% ou 21% para 12% na região e sub-região alentejana e de 41% para 26% no concelho de Portel). O sector secundário manteve a percentagem de emprego na sub-região alentejana, sofrendo um ligeiro acréscimo na região do Alentejo (de 26% para 28%) e um aumento um pouco mais significativo no concelho de Portel (de 23% para 28%).



Será de esperar que o sector terciário se torne ainda mais relevante no concelho de Portel, com a criação de actividades lúdicas associadas às barragens construídas e a construir. Nesse caso, ir-se-ão desenvolver mais as actividades ligadas à restauração, hotelaria e comércio.

No que se refere ao sexo, conclui-se que a percentagem de homens empregados é superior nos sectores primário e secundário, sendo o sector terciário o que mais efectivos populacionais femininos emprega.

O sector secundário apresenta valores superiores aos do sector primário, sendo a construção civil uma actividade importante, para onde se tem vindo a transferir alguma mão de obra masculina em prejuízo da actividade agrícola. O sector terciário apresenta a maior percentagem de trabalhadores. Neste sector, o incremento deve-se ao aumento do trabalho feminino, à transferência de trabalhadores dos restantes sectores.

#### 4.9.3.4. Dinâmica empresarial

A avaliação do número de empresas existentes no concelho de Portel é efectuada com base nos dados do site Alentejodigital.

Quadro 4.9.9 – Secções da Classificação Portuguesa das Actividades Económicas (CAE)

Secções da CAE	Letras
Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	A
Pesca	B
Indústrias extractivas	C
Indústrias transformadoras	D
Produção e distribuição de electricidade, gás e água	E
Construção	F
Comércio por grosso e por retalho	G
Alojamento e restauração	H
Transportes, armazenagens e comunicações	I
Actividades financeiras	J
Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	K
Administração pública, defesa e segurança social obrigatória	L
Educação	M
Saúde e acção social	N
Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais	O
Famílias com empregados domésticos	P
Organismos internacionais e outras instituições extra-territoriais	Q

Fonte: <http://www.alentejodigital.pt/>





Verifica-se uma carência de mão-de-obra especializada, carência que é associada a baixos índices de formação profissional e a uma avançada idade média dos agricultores. A agricultura é pouco mecanizada, em que a maior parte da força utilizada é a animal. O nível de maquinaria utilizado é baixo e pouco desenvolvido tecnologicamente, sendo o seu valor inferior à média verificada na região alentejana.

Quadro 4.9.10 – Indicadores caracterizadores da agricultura no Concelho de Portel

Indicadores	Portel	Alentejo
SAU na área total	95,7	91,8
Área média SAU/exploração (ha)	53,9	40,7
SAU em explorações <5 ha (%)	1,9	2,6
SAU em explorações >100 ha (%)	86,6	77,4
Área irrigável na SAU (%)	2,4	6,0
Área irrigada (%)	17,3	56,4
SAU/tractor (ha)	184,5	105,0
SAU/ceifeiras (ha)	949,7	708,8
UTA familiar / UTA total	40,0	47,8
UTA assal.perm./UTA total	34,1	31,7

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA-1998)

As terras aráveis e as culturas permanentes, em conjunto representam 94% da superfície agrícola útil. O concelho apresenta uma fraca capacidade de uso do solo, salientando-se que as terras em pousio representam aproximadamente 62% da superfície agrícola útil e três quartos da área destinada às terras aráveis.

A paisagem presente é caracterizada pelos sistemas intensivos de cereais, e sistemas silvo-pastoris baseados no montado, constituídos por azinheiras e sobreiros. Os sobreiros permitem a extracção de cortiça enquanto as azinheiras permitem com os seus frutos (as bolotas) a actividade pecuária. As principais culturas são as arvenses e o olival, e ocupam aproximadamente 30% da superfície agrícola útil.

Quadro 4.9.11 – Principais culturas no Concelho de Portel, sua dimensão e percentagem na SAU

Principais Culturas	Área (ha)	% na SAU
Olival	5625	9,7
Trigo mole	5044	8,7
Girassol	2673	4,6
Consociações anuais	2123	3,7
Aveia	1366	2,4

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA-1998)



## Produção Animal

Nesta região desenvolvem-se pastagens que servem de pastoreio de bovinos e ovinos. Dentro da produção animal destaca-se a criação de ruminantes, destes os que apresentam um efectivo reprodutor mais elevado são as ovelhas com 47% e as vacas de carne com 33% desse efectivo.

Quadro 4.9.12 – Estrutura do efectivo reprodutor no Concelho de Portel, em 1998

Efectivos	%
Ovelhas	47
Vacas de carne	33
Porcas	6
Vacas leiteiras	4
Outros	10

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA- 1998)

### 4.9.3.6. Sector secundário

Este sector engloba actividades incluídas na indústria transformadora e na construção civil, que registam na região Alentejana alguma importância e movimentação de capital. No concelho de Portel, a indústria e a construção representam 1,2% do total de empresas, e 0,7% do volume de emprego, representam ainda 0,4% do volume de negócios deste sector no Alentejo.

As empresas deste sector constituem 27% do total de empresas com sede no concelho de Portel e são responsáveis por 38% do emprego, 23% do volume de negócios e apresentam um valor médio de volume de negócios por activo de cerca de 19 951 euros.

As empresas da construção e obras públicas representam aproximadamente dois terços deste sector de actividade. A indústria transformadora emprega 50% de pessoal ao serviço e é responsável por 71% do volume de negócios.

Quadro 4.9.13 – Volume de negócios por activo dos sub-sectoros do sector secundário em 1998

Sub-sectoros	Volume de Negócios/Activo (mil euros)	
	Portel	Alentejo
Indústria extractiva	0,0	64,3
Indústria transformadora	28,4	40,9
Construção e obras públicas	11,5	20,5

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA- 1998)



Conforme se pode verificar no Quadro anterior o volume de negócios por activo das empresas do concelho deste sector apresenta valores inferiores aos que se verificam no Alentejo. A indústria transformadora apresenta o maior valor do volume de negócios, cerca de 28 431 euros no Concelho de Portel e cerca de 40 901 euros na região do Alentejo.

A construção e obras públicas regista um valor de cerca de 11 472 euros do volume de negócios por activo enquanto a região alentejana apresenta um activo de cerca de 20 450 euros. Não existe indústria extractiva no concelho de Portel, verificando-se na região alentejana um volume de negócios por activo de cerca de 64 344 euros.

Com a construção da barragem do Loureiro e do troço de ligação Loureiro-Alvito aumentará a importância deste sector neste concelho, aumentando quer o volume de negócios quer o número de população empregue no sub-sector da construção e obras públicas.

#### 4.9.3.7. Sector terciário

Actualmente assiste-se a um processo de terciarização das actividades económicas. O comércio e os serviços são de extrema importância na economia local. De acordo com dados estatísticos já apresentados, o sector terciário apresenta o maior número de efectivos populacionais empregados, sendo que as actividades comerciais proporcionam uma grande percentagem desse emprego.

O comércio e os serviços representam no concelho 0,8% das empresas, 0,4% do volume de emprego e 0,5% do volume de negócios deste sector na região Alentejana. Este sector abarca cerca de 40% do total de empresas com sede no Concelho de Portel, 24% do emprego e 61% do volume de negócios.

Apresenta um valor médio do volume de negócios por activo de cerca de 85 294 euros. As empresas do comércio representam cerca de três quintos do total das empresas do sector terciário, contribuem com 69% do total de pessoal ao serviço e 90% do volume de negócios.

Quadro 4.9.14 – Volume de Negócios por Activo dos sub-sectores do sector terciário

Sub-sectores	Volume de Negócios/Activo	
	Portel	Alentejo
Comércio por grosso, a retalho e outros	111,7	80,8
Alojamento, restauração e similares	25,9	21,4
Transportes, armazenagem e comunicações	40,4	93,3
Actividades financeiras	15,0	125,7
Actividades imobiliárias e afins	6,5	11,5

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA –1998)



Analisando o quadro anterior verifica-se que as empresas do comércio apresentam o valor mais elevado do volume de negócios por activo, cerca de 111 730 euros, sendo, inclusivamente, superior à média regional que é de cerca de 80 805 euros.

No sub-sector do alojamento e restauração, o Concelho de Portel apresenta cerca de 25 937 euros do volume de negócios por activo, enquanto esse mesmo sub-sector a nível regional apresenta um valor de cerca de 21 448 euros.

Nos restantes sub-sectores a média concelhia do volume de negócios por activo é inferior à média da região do Alentejo. Será de esperar que a construção da barragem de Alqueva haja um incremento da actividade turística, nomeadamente no desenvolvimento de actividades ligadas ao meio hídrico e ao lazer, tais como os desportos náuticos, a hotelaria, a restauração e o comércio.

Este projecto insere-se numa área com excelentes aptidões turísticas e recreativas, tendo em conta as boas condições ambientais, os recursos naturais, o património edificado, o artesanato, a caça e a gastronomia.

Com o aumento da importância deste sector no concelho, aumenta quer o volume de negócios quer o número de população empregue nos sub-sectores do comércio, alojamento, restauração e similares .

#### **4.9.4. Qualidade de vida da população local**

A qualidade de vida da população é avaliada com base em determinados parâmetros considerados indicadores do nível de vida, parâmetros estes que são subjectivos, tendem a ver com o parecer dos autóctones e residentes de uma região.

Neste âmbito consideraram-se os seguintes indicadores sociais: Habitação; Saúde; Educação; Segurança social; Cultura, Desporto e Recreio e Acessibilidades.

##### **4.9.4.1. Habitação**

As condições habitacionais representam um bom indicador da qualidade de vida da população, estando associadas a melhores condições de saúde e de vida. No Concelho de Portel predominam os edifícios com um piso, sendo o material preponderante das construções o xisto.

Quanto mais dotada de instalações for uma habitação melhor será a qualidade de vida dos seus ocupantes.





Quadro 4.9.15 – Instalações existentes por Zona Geográfica em 1998

Instalações existentes	Zona Geográfica	
	Portel	Alentejo
População com água canalizada (%)	85,2	86,9
População servida com rede de esgotos (%)	77,8	85,5
População servida com eletricidade (%)	95,6	94,5

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA - 1998)

Segundo as instalações existentes, o Concelho de Portel apresenta uma relativamente baixa percentagem de população servida por rede de esgotos, comparativamente com a região do Alentejo, 77,8% para 85,5%, respectivamente. Cerca de 22,2% da população não é servida com rede de esgotos.

Em relação à população servida por água canalizada, também se denota uma percentagem menor em Portel, do que na região do Alentejo, 85,2% para 86,9%. Por oposição, a população do concelho de Portel está melhor servida de instalações eléctricas do que a média da região alentejana, 95,6% para 94,54%, respectivamente, sendo que só 4,4% da população não possui electricidade no seu alojamento.

Segundo os últimos recenseamentos gerais da população e habitação, Censos 2001 (Resultados Provisórios), os valores percentuais da população servida por instalações existente foi alterado. Segundo estes, neste momento a população servida quer por rede domiciliária de água, quer de esgotos domésticos ronda os 97%, assim como a população servida por recolha de resíduos sólidos. Desta forma, houve uma nítida melhoria das condições de saneamento básico deste Concelho.

#### 4.9.4.2. Saúde

Este indicador inclui a análise das infra -estruturas relacionadas com os cuidados de saúde a prestar às populações que, no Concelho de Portel, são constituídas por um Centro de Saúde sem capacidade de internamento, existindo sete extensões do referido centro. Contabilizam-se duas farmácias e dois postos de medicamentos.

Os residentes no Concelho necessitam de se deslocar cerca de quarenta quilómetros para aceder a serviços hospitalares, existentes nas sedes de Distrito (Beja ou Évora).

Os cuidados de saúde primários de saúde são garantidos por um Centro de Saúde sem internamento, localizado na sede de Concelho, possuindo este extensões em todas as freguesias. No caso de situações clínicas mais específicas, os pacientes têm que se deslocar à sede do Distrito para serem atendidos.



Os consultórios médicos existentes localizam-se também na sede de Concelho, donde os residentes tenham que percorrer em média uma dezena de quilómetros para acederem a atendimento médico privado.

O Quadro 4.9.16 resume os equipamentos de saúde aqui abordados, assim como a sua taxa de cobertura e a distância média em quilómetros, que o paciente tem de realizar, para chegar a esses equipamentos. O Quadro 4.9.17 apresenta a distribuição dos equipamentos de saúde, pelas freguesias em estudo.

Quadro 4.9.16 – Equipamentos de saúde, Taxa de cobertura e distância média

Equipamentos de saúde	Nº	Taxa de cobertura (km <sup>2</sup> /equip.)	Distância média (km)
Hospital	0	-	10,2
Centro de saúde	1	600	9,0
Extensões do centro de saúde	7	86	-
Farmácia	2	300	7,1
Posto de medicamentos	2	300	7,1

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA - 1998)

Quadro 4.9.17 – Distribuição dos Equipamentos de Saúde pelas freguesias em estudo

Equipamentos de saúde	Freguesias		
	Monte do Trigo	Oriola	Portel
Centro de Saúde	0	0	1
Serviço de Urgências	0	0	1
Posto Médico	1	1	0
Farmácias	0	0	2
Posto de Medicamentos	1	0	0

Fonte: <http://www.alentejodigital.portel.pt/>

Denote-se que a freguesia só tem uma extensão do Centro de Saúde, no caso dos residentes necessitarem de comprar medicamentos, têm de se deslocar à sede de Concelho ou à freguesia de Monte do Trigo. No que se refere aos profissionais da saúde, existem 3 médicos não especialistas e nenhum especialista, 5 profissionais de farmácia e 2 farmacêuticos de oficina.

As principais carências correspondem ao nível da parca existência de recursos humanos, maioritariamente à escassez de médicos especializados, enfermeiros, técnicos de diagnóstico, tornando necessária e frequente a deslocação da população para o hospital distrital de Évora. O número de médicos por 1 000 habitantes no concelho de Portel é inferior ao do Alentejo, que por sua vez também apresenta valores inferiores à média nacional, 0,4 no concelho, para 1,5 na região e 3,3 no país.



Apresenta deficiências na oferta de serviços de proximidade, quer a idosos, quer a crianças, tanto em termos de infra-estruturas, como de recursos humanos. Relativamente ao número de farmácias por 100 000 habitantes é superior ao da média nacional e inferior ao da média regional (2,9 no concelho, 3,3 na região e 2,5 no país).

Outro parâmetro considerado indicador de saúde é a taxa média de mortalidade infantil. Para o concelho de Portel, registou-se em 1999 um valor de 13,3‰, este valor é muito elevado para os dias de hoje, se pensar-se que a média nacional é de 6,4‰, e a média regional é de 5,5‰.

#### 4.9.4.3. Educação

Para a caracterização deste parâmetro analisa-se em primeiro lugar o grau de instrução da população. O grau de ensino atingido pela população do concelho de Portel demonstra que os níveis deste concelho se assemelham ao da média da região alentejana (Quadro 4.9.18).

Quadro 4.9.18 – Comparação do nível de ensino atingido na região, sub-região e concelho em 2001

Nível de ensino		Alentejo	Alentejo Central	Portel
Pop. residente	HM	776 585	173 646	7 109
	H	379 310	84 246	3 475
Nenhum	HM	153 440	32 704	1 594
	H	64 523	14 084	738
1º Ciclo	HM	281 229	62 209	2 893
	H	139 643	30 094	1 419
2º Ciclo	HM	87 212	19 086	1 000
	H	48 363	10 514	547
3º Ciclo	HM	79 455	17 294	700
	H	43 709	9 384	373
Secundário	HM	110 510	25 722	638
	H	55 863	13 110	300
Médio	HM	3 849	1 010	18
	H	2012	512	9
Superior	HM	60 890	15 621	266
	H	25 197	6 548	89

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados Definitivos



No que se refere ao grau de ensino atingido por cada um dos sexos, regista-se que o sexo feminino regista um maior número de efectivos nos diferentes graus de ensino. Só no ensino médio, é que o sexo masculino apresenta uma superioridade numérica ou igual nível de ensino, quer se trate da região ou do Concelho, respectivamente.

Ambos os sexos, apresentam um baixo nível de escolaridade, atingido predominantemente o primeiro ciclo. Observa-se um fraco índice de habilitações médias e superiores, correspondendo aos níveis de ensino com o menor número de efectivos.

O grau de escolarização da população relaciona-se directamente com o número de estabelecimentos de ensino existentes e com o número de alunos a frequentar esses estabelecimentos.

No concelho de Portel registaram-se no ano lectivo de 1999/2000, 8 escolas do 1º ciclo (primária), 4 escolas do 2º ciclo (do 5º ao 6º ano) e 1 escola do 3º ciclo (do 7º ao 9º ano). Para o ensino secundário registou-se 1 escolas pública no concelho. Não existem escolas profissionais nem estabelecimentos de ensino superior (INE, 1998).

O Quadro 4.9.19 indica os valores e as percentagens necessárias à análise deste indicador.

Quadro 4.9.19 – Número de alunos e de pessoal docente (1999/2000)

Grau de ensino	Alunos matriculados			Pessoal docente		
	Alentejo	Alentejo Central	Portel	Alentejo	Alentejo Central	Portel
1º Ciclo	26 205	8 304	336	2 113	667	38
2º Ciclo	12 706	4 107	168	1 658	468	18
3º Ciclo	20 976	6 513	259	2 159	652	29
Secundário	18 510	6 071	156	2 068	724	1
Escola profissional	2 574	813	0	603	186	0
Superior	15 060	7982	0	503	0	0

Fonte: INE, Anuário Estatístico da Região do Alentejo 2000

O número de alunos matriculados no primeiro ciclo é ligeiramente superior, relativamente aos outros níveis de ensino. Há uma diminuição do número de alunos conforme se vai avançando nos graus de ensino.

O 2º ciclo apresenta menos alunos que o 3º ciclo pela razão deste possuir apenas dois anos lectivos. A frequência escolar do ensino superior é maior que a frequência das escolas profissionais. Os



equipamentos existentes no Concelho de Portel garantem o ensino obrigatório e o ensino secundário até ao 11º ano.

Quadro 4.9.20 – Equipamentos de educação no Concelho de Portel em 1998

Equipamentos de Educação	Nº	Docentes	Alunos matriculados	Tx. Cobertura (km <sup>2</sup> /equip.)	Distância média (km)
Pré-escola	7	5	168	86	0
Esc. ensino básico (1º ciclo)	8	23	367	75	0
Esc. ensino básico (2º ciclo)	4	23	240	150	3,8
Esc. ensino básico (3º ciclo)	1	32	271	600	39,4
Escolas profissionais	0	-	-	-	-
Ensino artístico	0	-	-	-	-
Ensino superior	0	-	-	-	-

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA – 1998)

O maior número de estabelecimentos existentes no concelho corresponde ao 1º Ciclo (Primária), com sete escolas, seguindo-se o 2º Ciclo com 4 escolas e o 3º Ciclo e Secundário estão juntos no mesmo estabelecimento de ensino. Os níveis de ensino correspondentes às escolas profissionais e ensino artístico e superior não existem no Concelho de Portel.

A distância média em quilómetros a percorrer até ao único estabelecimento de ensino secundário e 3º Ciclo é grande, é de 39,4km.

Quadro 4.9.21 – Taxa de analfabetismo em 1991 e 2001, na região, sub região e Concelho

Zona Geográfica	Taxa de Analfabetismo em 1991 (%)	Taxa de Analfabetismo em 2001 (%)
Alentejo	20,2	15,9
Alentejo Central	19,4	14,8
Portel	25	19

Fonte: INE, Censos 2001, Resultados Definitivos

A taxa de analfabetismo da população da região alentejana era de 20,2% em 1991 e diminuiu para 15,9%. O concelho de Portel tem percentualmente um maior número de analfabetos apesar deste valor também ter diminuído, de 25% para 19%. A sub-região do Alentejo Central apresenta uma taxa de analfabetismo inferior à média regional e à média do Concelho em estudo, passando de 19,4% em 1991 para 14,8% em 2001. Apesar do número de analfabetos ter diminuído, a verdade é que o Alentejo continua a ser a região onde existe a maior taxa de analfabetismo 15,9%. A média nacional corresponde a 9%.



#### 4.9.4.4. Segurança Social

Os equipamentos da segurança social encontram-se concentrados na sede de Concelho.

Quadro 4.9.22 – Equipamentos da Segurança Social no Concelho de Portel em 1998

Equipamentos de Segurança Social	Nº	Capacidade	Utentes	Taxa de Cobertura (km <sup>2</sup> /equip.)	Distância média (km)
Jardim de infância/creche	3	125	125	200	2,5
Centro de Actividades Tempos Livres	1	100	100	600	-
Lar de idosos	1	65	65	600	7,1
Centro de dia	2	64	31	300	-
Apoio domiciliário	0	-	-	-	-

Fonte: Os Municípios do Alentejo (CCRA – 1998)

O Concelho não tem apoio domiciliário, estando contudo, em projecto a criação deste apoio, uma vez que uma grande percentagem da população é idosa, não se podendo deslocar até ao Centro ou extensões do Centro de Saúde. À excepção do Centro de Dia, todos os outros equipamentos têm o número de utentes de acordo com a capacidade máxima.

#### 4.9.4.5. Cultura, Desporto e Recreio

Para obter informação mais actualizada, e mais detalhada deste ponto recorreu-se ao site da Câmara Municipal de Portel, a informação recolhida é um pouco diferente da que consta no anuário regional.

Os equipamentos das actividades culturais, desportivas e recreativas irão aparecer nos próximos Quadros, desagregados pelas freguesias em estudo. Verificar-se-á que existem na sua maioria na sede de Concelho.

Quadro 4.9.23 – Equipamentos Culturais por freguesia do Concelho de Portel

Equipamentos de saúde	Freguesias		
	Monte do Trigo	Oriola	Portel
Biblioteca	0	0	1
Museu	0	0	1

Fonte: <http://www.alentejodigital.portel.pt/>

O Concelho apresenta poucos locais de interesse cultural, registando-se estes, somente na sede de Concelho.



Quadro 4.9.24 – Instituições Recreativas e Desportivas por freguesia do Concelho de Portel

Instalações Recreativas e Desportivas	Freguesias		
	Monte do Trigo	Oriola	Portel
Grupo desportivo	1	0	1
Grupo desportivo e cultural	0	1	0
Clube columbófilo	1	0	1
Clube cicloturismo	0	0	1
Clube de caça	0	0	1
Clube de caça e pesca	0	0	1
Corpo nacional de escutas	0	0	1
Centro de convívio e desportivo	0	1	0
Sociedade recreativa	1	0	0
Associação artística	0	0	1

Fonte: <http://www.alentejodigital.portel.pt/>

É na sede de Concelho que se registam o maior número de instituições recreativas e desportivas. A freguesia de Oriola somente apresenta um grupo desportivo e cultural e um centro de convívio.

Quadro 4.9.25 – Infra-estruturas Desportivas por freguesia do Concelho de Portel

Infra-estruturas desportivas	Freguesias		
	Monte do Trigo	Oriola	Portel
Estádio municipal	0	0	1
Campo de futebol	1	0	1
Polidesportivo	1	1	1
Pavilhão gimnodesportivo	0	0	1
Piscinas	0	0	2

Fonte: <http://www.alentejodigital.portel.pt/>

Em todas as freguesias em estudo existem campos de futebol, assim como restaurantes, como se pode verificar no próximo Quadro.

Quadro 4.9.26 – Hotelaria e Restauração por freguesia do Concelho de Portel

Hotelaria e Restauração	Freguesias		
	Monte do Trigo	Oriola	Portel
Hotel Rural	0	0	1
Hospedaria	0	0	1
Restaurantes	1	1	4

O Fonte: <http://www.alentejodigital.portel.pt/>



O Concelho de Portel não oferece equipamentos suficientes para o desenvolvimento do turismo. As freguesias do Concelho de Portel, estão dependentes da sede de Concelho em alguns equipamentos, como ficou exposto.

#### 4.9.4.6. Acessibilidades e rede viária

O Concelho de Portel, encontra-se actualmente bem servido pela rede viária, existindo uma via que o atravessa, o Itinerário Principal N° 2 (IP2).

Esta via liga as capitais de Distrito Beja e Évora em menos de uma hora , passando junto à freguesia de Monte do Trigo. Desta forma esta povoação encontra-se bem servida de vias de comunicação, com uma distância -tempo de aproximadamente vinte minutos à sede de Distrito.

A construção do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, irá ter implicações na rede viária existente. A via que estabelece a ligação entre a Estrada Nacional 384 e a Estrada Municipal 531, junto a Oriola, irá ser seccionada para a construção do último troço do túnel. Para o restabelecimento da circulação nesta via ir-se-á construir um troço provisório.

Irão ser construídas algumas vias de acesso às obras em curso, uma delas será a via de acesso à obra de tomada de água da ligação Loureiro-Alvito. Esta irá passar sob parte do traçado do Caminho Municipal 1119 que parte da freguesia de Monte do Trigo e sob a via de acesso à barragem do Loureiro, cuja construção faz parte da empreitada de construção da própria barragem.

O Concelho de Portel, tem uma deficiente cobertura de transportes públicos e não é servido por ligações ferroviárias.

#### 4.9.5. Síntese

O concelho de Portel ocupa uma área de 601,14 Km<sup>2</sup> está integrado na sub-região do Alentejo Central. Residem no concelho cerca de 7109 habitantes que ocupam preferencialmente as freguesias de Portel e Monte do Trigo.

O saldo fisiológico é negativo, sendo a demografia um elemento caracterizador da região alentejana. Regista-se, uma baixa taxa de natalidade, e relativamente alta taxa de mortalidade (consequência directa do número elevado de idosos) e uma taxa de mortalidade infantil acima da média nacional que, conjuntamente com o aumento da esperança média de vida, originam uma população envelhecida.





Regista-se um elevado peso da população inactiva, especialmente dos reformados, o concelho é constituído essencialmente por idosos e alguns jovens, dependentes sociais em segurança e investimento respectivamente.

Este concelho possui uma baixa densidade populacional, estando integrado na região do país cuja superfície apresenta o menor número de habitantes por superfície. Assiste-se a uma diminuição das migrações espaciais, resultante do decréscimo dos grupos etários dos jovens e dos adultos.

A taxa de desemprego no concelho é superior à média regional e é mais significativa no sexo feminino. O 1º Ciclo do ensino básico constitui o nível de instrução preponderante da maior parte da população do concelho.

Constata-se uma evolução positiva do emprego no sector terciário e secundário e diminuição da população empregada no sector primário. O sector terciário emprega o maior número de pessoas no concelho, seguindo-se o sector secundário. A estrutura económica do concelho é relativamente pouco desenvolvida, registando-se a presença de algumas indústrias transformadoras.

Nota-se um elevado peso dos activos ligados à agricultura, que emprega um número elevado de trabalhadores não qualificados. A agricultura continua a ser um dos sub-sectores mais importantes da actividade económica do Concelho, apesar de estar a diminuir a sua importância.

#### **4.9.6. Evolução da situação de referência sem projecto**

Prevê-se que a situação actual na ausência do projecto se mantenha relativamente constante ou seja, com a estagnação ou diminuição da actividade económica, por um lado, com a continuação de um crescimento demográfico negativo, por outro e por último com a redução ainda mais acentuada da densidade populacional.



## 4.10. Património Histórico-Cultural

### 4.10.1. Introdução

O presente capítulo reporta-se à identificação e caracterização do património histórico-cultural nas vertentes arqueológica, arquitectónica e etnográfica, presente na área de influência do Troço de Ligação do Loureiro-Alvito.

Neste âmbito são considerados todos os vestígios, edificações, imóveis classificados e outras ocorrências de valor patrimonial, enquanto testemunhos materiais, que permitem um reconhecimento da história local e do território afecto ao projecto.

Os pontos seguintes especificam os meios e métodos de abordagem empregues no estudo, procurando indicar-se e descrever-se as ocorrências patrimoniais que de alguma forma possam ser alvo de impacte.

### 4.10.2. Metodologia

Como método base de pesquisa foram considerados elementos patrimoniais distintos, nomeadamente os materiais, estruturas, sítios e outras fontes de informação de interesse arqueológico, arquitectónico e etnográfico, incluídos nos seguintes âmbitos:

- elementos abrangidos por figuras de protecção, nomeadamente os imóveis classificados ou outros monumentos e sítios incluídos nas cartas de condicionantes do Plano Director Municipal de Portel;
- elementos de reconhecido interesse patrimonial e/ou científico, que constem em inventários patrimoniais, em trabalhos científicos, e ainda aqueles cujo interesse e valor se encontra convencionado;
- elementos singulares e vestígios materiais ou etnológicos de antropização do território, ilustrativos de processos tradicionais e arcaicos de organização do espaço e de exploração dos seus recursos naturais, em suma, do *modus vivendi* de povos e populações que aí tenham habitado ou passado.

Assim, considera-se um amplo espectro de realidades passíveis de integrar o âmbito do presente estudo:

- vestígios arqueológicos numa acepção restrita (achados isolados, manchas de dispersão de materiais, estruturas parcial ou totalmente cobertas por sedimentos, contudo passíveis de detecção);



- vestígios de rede viária e caminhos antigos;
- vestígios de mineração, pedreiras e outros indícios materiais de exploração de matérias-primas;
- estruturas hidráulicas e industriais;
- estruturas defensivas e delimitadores de propriedade;
- estruturas de apoio a actividades agro-pastoris;
- outros tipos de estruturas e vestígios arqueológicos e patrimoniais.

A metodologia geral de caracterização da situação de referência envolve quatro etapas fundamentais:

- recolha de informação;
- trabalho de campo;
- registo e inventário;
- gestão da informação obtida.

Seguidamente, apresentam-se de forma mais detalhada as tarefas específicas desempenhadas para caracterização da situação de referência para o descritor património arqueológico e histórico-cultural.

### **4.10.3. Caracterização da situação de referência**

#### **4.10.3.1. Recolha de Informação**

A recolha de informação compreende as tarefas de:

- levantamento bibliográfico, com desmontagem comentada do máximo de documentação específica disponível, dando-se particular destaque aos títulos de âmbito local e regional;
- levantamento toponímico e fisiográfico, baseado na Carta Militar de Portugal 1:25 000, com recolha comentada de potenciais indícios.

Esta etapa de trabalho incide sobre documentação e bibliografia de natureza distinta:

- inventários patrimoniais e cartas arqueológicas de organismos públicos (Instituto Português de Arqueologia, Instituto Português do Património Arquitectónico);
- bibliografia especializada;
- Plano Director Municipal de Portel;
- instituições públicas e privadas de defesa do património.



Para a área em estudo foram encontradas referências bibliográficas a um elemento de património e um de arqueologia, o sítio de S. Faraústo e uma pequena ermida dedicada ao Santo Religioso do mesmo nome e um habitat romano no mesmo local.

No seu entorno imediato conhecem-se vários sítios arqueológicos de diferentes contextos cronológico – culturais que enunciámos e explanámos de seguida. Estes dados foram obtidos através de análises cartográficas e bibliográficas, inclusive dados fornecidos pela EDIA e do Estudo Preliminar de Impacte Ambiental (NEMUS, 1998).

### *Pré-história*

A ocupação pré-histórica da área envolvente resume-se, na bibliografia disponível, ao fenómeno megalítico (antas e menires) e a alguns exemplares de arte rupestre (covichas/fossetes). Em relação aos locais de *habitat* desta época, geralmente menos conspícuos, os dois sítios mais próximos são Chaminé (22) e Vale de Burgos (37), ambos identificados no âmbito do estudo preliminar de impacte ambiental.

Também as sepulturas megalíticas, que nos terrenos de xisto são geralmente constituídas por monumentos de pequenas dimensões, apresentam-se frequentemente mal conservados e são em geral, dificilmente detectáveis. Na área de estudo, a ocorrência de um pequeno monumento (36), veio reforçar a hipótese de ocorrência outros do mesmo tipo na área envolvente.

Para além destes vestígios identificou-se no âmbito deste trabalho uma pequena mancha de materiais líticos, sobretudo indústrias sobre lascas não excluindo a detecção de pequenos núcleos em quartzo. De facto estes encontram-se concentrados, pese embora sem contexto crono-estratigráfico associado, o que não nos permite por si só identificar-lhe cronologia mais precisa. O local onde foram encontrados estes vestígios não dispensa a realização de sondagens com o objectivo de averiguar a cronologia e a função deste sítio arqueológico.

### *Proto-história*

A ocupação proto-histórica da área aparece circunscrita, como é habitual nesta época, a locais com elevada defensibilidade natural, um padrão de implantação que a área denominada de “Monte das Covas” possibilita ter, apesar de ao momento não ter sido identificados quaisquer vestígios de evidências arqueológicas deste ou de outro período cronológico. É possível porém que venham a ser detectadas nesta região necrópoles ou sepulturas isoladas, relacionadas com a ocupação da Idade do Bronze, ainda que estas tendam a ocorrer em áreas com melhor potencial agrícola (Calado, 1997).



### *Época romana*

A dispersão dos vestígios de época romana no Alentejo Central relaciona-se maioritariamente com a presença de solos com viabilidade agrícola e/ou com recursos mineiros significativos, sendo a acessibilidade outro factor habitualmente determinante.

A situação mais sensível detectada prende-se com a proximidade entre o troço final do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, junto à albufeira do Alvito, e o sítio de S. Faraústo, uma vez que este se estende (considerando também a presença de uma eventual necrópole) até à zona a afectar pela obra infra-estruturas e respectivos acessos. A dispersão de materiais é relativamente grande estendendo-se a uma área correspondente a aproximadamente 4 ha.

### *Época medieval e posterior*

A capela associada ao sítio de S. Faraústo pode traduzir uma presença humana importante, posterior ao período romano e cuja proximidade em relação ao trajecto do referido canal exige uma atenção particular. De planta longitudinal composta e regular, de volumes articulados na horizontal e coincidência entre exterior e interior. Cobertura homogénea em telhado de duas águas. Fachada principal, orientada, com portal simples adintelado, encimado por empena triangular decorada por acrotérios pinaculares e cruz axial. Restantes fachadas cegas tendo a fachada Sul a sacristia adossada. Interior com a nave e capela-mor separadas por arco triunfal e ligeira sobrelevação no pavimento, com tecto em telhado com estrutura de madeira à vista na nave e em abóbada nervurada na capela-mor. Altar na parede fundeira da capela-mor e a Sul vão de acesso à sacristia. Todo o espaço interior da capela-mor se encontra coberto por pinturas murais de feição regional, correspondendo a um programa pictórico especificamente adaptado aquele espaço (Amendoeira, 1999; Figueiredo, 2001).

Este monumento arquitectónico religioso vernacular exprime naquele local a importância do Cristianismo e a forte presença humana nesta zona. Apesar da construção que chegou até aos nossos dias ser predominantemente construção provável do séc. XVII, tudo leva a crer que, no mesmo local, se encontrasse edificada uma ermida do mesmo género, erigida na idade média como forma de se sacralizar um local habitado no passado (ocupação romana) e continuar a presença humana justamente nesse mesmo local. A existência de um pequeno campanário no interior da ermida foi atestada, facto que também nos leva a crer, aliado à considerável dimensão do sítio romano, que este também possuísse uma necrópole associada.

A pesquisa incide também sobre documentação cartográfica, sendo preconizado um levantamento de informação de carácter fisiográfico e toponímico. O levantamento teve como suporte a Carta Militar de



Portugal, à escala 1:25'000 (folhas 480, 481 e 489). O objectivo desta tarefa foi identificar indícios potencialmente relacionados com vestígios e áreas de origem antrópica antiga.

Como resultado do levantamento toponímico, é frequentemente possível identificar designações com interesse, que reportam a existência de elementos construídos de fundação antiga, designações que sugerem tradições lendárias locais ou topónimos associados à utilização humana de determinados espaços em moldes tradicionais.

No interior da área de estudo registam-se dois topónimos, situados relativamente próximos à tomada de água da albufeira de Alvito. O primeiro, S. Faraústo, no qual foram confirmados a existência de uma Ermida dedicada outrora ao santo do mesmo nome e um habitat romano com cerca de dois hectares. Nesse local foram ainda identificados ao nível do Património Arqueológico uma pequena mancha de materiais, sobretudo indústrias sobre lascas não excluindo a detecção de pequenos núcleos em quartzo e uma estrutura lítica que não nos foi possível identificar sem estudo mais específico. De interesse etnográfico um poço e nora adjacente.

O segundo topónimo detectado, Monte das Covas, sugere um local com memória de existência de duas possibilidades de vestígios arqueológicos: estruturas funcionais de habitats humanos, como fossas detriticas ou mesmo de incineração ou de armazenamento (silos), por outro lado, vestígios de natureza artística como o são por exemplo as rochas gravadas com pequenas covinhas ou fossetes. O Monte das Covas foi prospectado aquando dos trabalhos de campo, não sendo no entanto detectados quaisquer vestígios, nem habitacionais nem de arte rupestre. Salientamos que, o tipo de estruturas do primeiro caso só é identificável com um terreno limpo de vegetação ou mesmo com intervenção no solo, condições que não se verificaram.

No entorno imediato, as referências encontradas são as mesmas já referenciadas no Estudo Preliminar de Impacte Ambiental (NEMUS, 1998).

No levantamento fisiográfico ponderam-se as características próprias do meio que determinam a especificidade e o tipo de implantação mais ou menos estratégica de alguns elementos patrimoniais. As condicionantes do meio físico reflectem-se também na selecção dos espaços onde se instalaram os núcleos populacionais e as áreas nas quais foram desenvolvidas actividades de exploração dos recursos e do potencial produtivo da terra. A abordagem da orohidrografia do território é indispensável na interpretação das estratégias de povoamento e de apropriação do espaço ao longo dos tempos.

A cartografia da área afecta ao projecto, revela alguns cabeços de monte propícios à instalação de pequenos habitats pré-históricos perto do segundo poço de ataque bem como no local onde se projecta a



sua instalação. No entanto, verificados esses locais, não se atestou a presença quaisquer vestígios antrópicos. Os vales nesta zona mostram-se com um declive demasiado acentuado para que aí se tenha podido estabelecer qualquer estrutura humana, para além da exploração dos recursos da própria natureza.

Os cabeços de Monte 1,5 km a Norte do troço *cut & cover* maior, denominados de "Monte Abaixo da Atalaia" e "Almo", este último com um marco geodésico implantado, revelam um pequeno planalto nos seus cumes passível de aí se registarem vestígios de habitats *in situ*, ou por motivos de erosão nas encostas. É de referir no entanto que estes locais não interferem em nada com o projecto a realizar.

Toda a zona da Bacia Hidrográfica da Ribeira de Oriola tem um bom potencial fisiográfico para que se encontrem vestígios de ocupação humana antiga. De facto é neste contexto que as diferentes ocupações de "S. Faraústo" se verifica. Apesar do "bom aspecto" fisiográfico que esta área revelou, não foram encontrados muito sítios arqueológicos para além dos já descobertos e referidos, ainda que, na área a afectar pelo projecto, não tenha sido detectado, aquando dos trabalhos de campo, qualquer sítio sem nos referirmos, naturalmente, aos de S. Faraústo, como de seguida se explana.

#### 4.10.3.2. Trabalho de campo

O trabalho de campo compreende três níveis de inquérito ao espaço físico:

- reconhecimento no terreno dos dados recolhidos durante a pesquisa documental e localizados na área de implementação do projecto;
- reconhecimento no terreno dos indícios toponímicos e fisiográficos que apontam para a presença de vestígios de possível presença antrópica (arqueológicos, arquitectónicos ou etnográficos);
- recolha de informação oral junto da população local e posterior confirmação de indícios e dados de natureza patrimonial;
- prospecção de modo contínuo e sistemático das áreas pouco profundas de implantação do troço que interferissem com os estratos em que poderiam estar vestígios arqueológicos.

Devido à dimensão relativamente reduzida da área de incidência do projecto, optou-se por uma metodologia de prospecção sistemática com cobertura total do espaço que de algum modo poderia ser alvo de impacte. Assim considerámos todos os locais onde houvesse interferência com o solo ou subsolo, nomeadamente áreas onde fossem construídos acessos, os poços de ataque, as áreas de "cut & cover", as zonas de canal a céu aberto e os locais onde o túnel se projectasse a menos de 20 metros de profundidade.



A abordagem inicial do trabalho de campo propriamente dito, foi efectuada junto a S. Faraústo, aí foram reconhecidos os sítios de interesse patrimonial e arqueológico de que havia já conhecimento, nomeadamente: a capela de S. Faraústo e o sítio romano que se expande no mesmo local. Foram reconhecidos diversos materiais de superfície, tais como cerâmica de construção materializada em cerâmica de pisos, 'tegulae' e 'imbrices'; escória de ferro e cerâmica comum. Junto à ermida de S. Faraústo a presença das cerâmicas confunde-se cronologicamente, entre cerâmicas romanas e modernas. Para além destes locais foi ainda identificado cerca de 150 metros a nordeste da ermida, uma pequena mancha de materiais líticos, essencialmente detritos de debitage: núcleos e lascas em quartzo.

Na observação da área projectada para o troço em *cut & cover* junto à herdade da Cubeira, não se identificaram quaisquer vestígios arqueológicos nos locais onde está prevista a escavação do troço. De facto, está inserido em sedimentos coluvionares com potencial para a agricultura, mesmo em épocas históricas, sendo esta a utilização actual. Geologicamente, estes terrenos são limitados por cabeços de monte aplanados e com "bom aspecto" para a existência de locais de habitats, com especial relevância para o intervalo cronológico que vai da Idade do Bronze até à Idade do Ferro inclusive. Não foi possível prospectar estes cabeços por estarem geograficamente fora do âmbito deste trabalho.

Os sítios onde se projectaram os poços de ataque foram também atenciosamente prospectados, na medida em que, mesmo no acompanhamento arqueológico em fase de construção, será difícil a detecção de vestígios uma vez que se recorrerá ao desmonte com explosivos. No local do poço de ataque mais a sudoeste, não foram detectados quaisquer vestígios nem a fisiografia do terreno parece favorável à existência destes. O poço de ataque localizado sensivelmente a meio do troço, está projectado para uma elevação de pequenas dimensões de cume.

Uma observação atenta deste revelou apenas a existência de sedimento de cascalheira de xisto e calhaus de quartzo, não revelando quaisquer materiais ou estruturas arqueológicas. Próximo deste localiza-se o sítio romano do 'Monte das Laranjeiras' (35 – Nemus; 1998; 99/168 – EDIA). No Monte das Laranjeiras obtivemos a informação oral de que por ali perto passaria a via romana que ia até 'Ebora', facto que se confirma bibliograficamente, com efeito a via que ligava Pax Iulia a Ebora passava perto desta área geográfica.

No poço de ataque mais a noroeste bem como no canal a céu aberto que ligará o troço à albufeira do Loureiro, não foram detectados quaisquer vestígios que possam ser directamente afectados.





#### 4.10.3.3. Registo e inventário

A inventariação pretendeu corresponder ao levantamento sistemático, actualizado e exaustivo das ocorrências de valor patrimonial presentes na área de incidência do projecto, tendo em vista a identificação e descrição destas ocorrências.

No Anexo III apresenta-se o Inventário de Património, contendo um quadro síntese dos resultados obtidos e o registo fotográfico dos elementos patrimoniais referenciados e do respectivo enquadramento na área de estudo. O quadro síntese do Anexo III integra os seguintes campos:

- identificação do sítio (n.º de inventário, designação);
- localização geográfica (freguesia, concelho, coordenadas geográficas);
- tipologia/categoria;
- cronologia;
- estado de conservação;
- ocupação do solo;
- descrição;
- referências bibliográficas.

A materialização cartográfica deste inventário é apresentada na Figura II.19 (Volume II) - Carta de Património Histórico-Cultural, comportando os registos de valor arqueológico e de interesse etnográfico incorporados na área do projecto. A cartografia é um instrumento fundamental para a identificação dos espaços com maior sensibilidade patrimonial e para a delimitação de zonas que possam vir a ser objecto de propostas de protecção e/ou medidas de intervenção específicas. Os sítios até agora identificados são quatro, como referido anteriormente, um de valor arquitectónico, a ermida de S. Faraústo, dois de valor arqueológico, o sítio romano de S. Faraústo e a mancha de materiais pré-históricos e um de interesse etnográfico, poço e nora adjacente.

#### 4.10.4. Enquadramento histórico

O enquadramento histórico da área em estudo procura, sobretudo, permitir uma leitura integrada dos achados no contexto mais amplo da ocupação coeva do território. Desta forma, são sobretudo mencionados testemunhos que permitam ponderar o real potencial científico e o valor patrimonial dos registos assinalados.



O território do Concelho foi alvo em 1992 de um trabalho de levantamento arqueológico e bibliográfico com confirmação desses dados no terreno, onde se fizeram prospecções de carácter relativamente sistemático (Lima, 1992).

A ocupação humana neste território remonta à Pré-História, como se verifica pelo registo de inúmeros monumentos megalíticos no concelho. De referir, a título de exemplo, a Anta de Monte de Matraque e o habitat Neolítico/Calcolítico de Vale de Burgos 2 e Chaminé, os sítios mais próximos do troço de Ligação.

Mais tarde, o próprio território onde se implanta a Vila sede de Concelho (Portel) tem bem documentado o povoamento remoto. Povoada pelos Romanos, passava de facto, por este concelho a via romana que ligava Pax Iulia a Eborac, como já foi referido. Portel tem também fortificação Árabe: muralhas em taipa. D. Afonso III, deu o senhorio da Vila a D. João de Aboim e concede-lhe foral em 1261 “para fazer Castelo e Fortaleza”. D. Dinis reformula as muralhas então erigidas.

Esteve abrangida no programa de forais de D. Manuel I, recebendo-o em 1510, ano em que o Monarca ordena que se reconstrua o Castelo, tendo sido arquitecto deste empreendimento Francisco de Arruda.

Etimologicamente, Portel parece dever o nome ao enclave geográfico em que se insere, sendo que a especulação ao longo de investigações historiográficas remetem o nome de Portela ou Portelo, por uns atribuído por Romanos (Estanco Louro, 1929), por outros pelos Mouros e Moçarabes (Barata, 1893). A justificação do sentido do topónimo parece fazer sentido, contudo a cronologia desta atribuição continua a ser duvidosa.

#### **4.10.5. Síntese**

A Região alargada em que o projecto do Troço de Ligação do Loureiro-Alvito se insere contém uma riqueza patrimonial grande e na sua abrangência completa: património arqueológico, arquitectónico e etnográfico.

Salienta-se no entanto que o projecto que aqui se estuda, e segundo as existências detectadas no trabalho desenvolvido, terá afectação directa na área onde se projectam o troço “cut & cover”, canal a céu aberto junto à tomada de água da albufeira de Alvito e de acesso e serviço às infra-estruturas supra citadas.

As ocorrências neste local são a Ermida de S. Faraústo ou da Nossa Senhora dos Remédios, o sítio romano localizado na mesma área e a mancha de materiais líticos, também nas proximidades destes últimos. O interesse destes é significativo, pois trata-se de facto de um registo de ocupação diacrónica do mesmo



espaço, que não deixa de estar relacionado entre si, nomeadamente, entre a ocupação romana e a construção da Ermida no mesmo local. De facto, muitas vezes na Idade Média e Moderna, em contextos rurais, se sacraliza e cristianiza um espaço já sagrado, por um lado, porque habitado no passado, e pagão por outro, porque habitado por não cristãos. Pelas mesmas razões aparecem, sobretudo no Norte do País, a existência de cruzeiros cristãos gravadas posteriormente em rochas com gravuras mais antigas, com cronologias para a Idade do Bronze e mesmo Neolítico.

Convém destacar ainda, pese embora o avançado estado de degradação da Ermida, a riqueza do seu programa pictórico de tema eminentemente regional e a própria conservação dos frescos na capela-mor, que o compõem.

As evidências do sítio romano, mostram quer pela variedade dos materiais de superfície, quer pela extensão dos vestígios encontrados de que se tratará de um sítio com elevado potencial científico que deverá ser salvaguardado.

#### **4.10.6. Evolução da situação de referência sem projecto**

No âmbito do património histórico-cultural, a evolução da situação de referência na ausência de projecto, poderá permitir a manutenção dos elementos patrimoniais registados e de outros eventualmente existentes em condições idênticas às actuais, nas áreas de troço. Excepção feita aos sítios de interesse arqueológico, arquitectónico e etnográfico inventariados na área projectada para a construção de infra-estruturas de acesso, troço "cut & cover" e canal a céu aberto junto à tomada de água da Albufeira do Alvito, em que o mesmo não acontecerá. Sem projecto, o sítio degradar-se-ia com a erosão natural e em continuidade dos trabalhos agrícolas de que os terrenos correspondentes são alvo. Permitindo que a sua degradação fosse com a mesma progressividade que têm até agora, de natureza percível, mas com um grau mais lento do que a destruição imediata aquando de quaisquer ocupação desregada.

Embora com um potencial danoso bastante inferior, a erosão potencia igualmente a destruição dos níveis arqueológicos conservados e o desenvolvimento de matos oculta quaisquer elementos dificultando a identificação de jazidas arqueológicas através de materiais de superfície, bem como a sucessiva deterioração da ermida de S. Faraústo.

Uma futura ocupação desregada da área, sem objectivos programados ou não sujeitos a uma avaliação de impactes, poderá levar à destruição dos elementos patrimoniais aí existentes e elementos de valor arqueológico que possam vir a ser descobertos na sequência de intervenções no subsolo.



## 5. Avaliação de Impactes Ambientais

Neste capítulo pretende-se identificar e avaliar os impactes ambientais relevantes, decorrentes das fases de construção, exploração e desactivação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Os impactes identificados para a fase de desactivação devem ser considerados como indicativos, já que a incerteza inerente a esta fase reduz consideravelmente o grau de precisão do processo de identificação e avaliação de impactes.

Por impacte ambiental entende-se qualquer alteração que se verifique nas componentes ambientais da área de estudo que advenha directa ou indirectamente da implementação do projecto. A avaliação dos impactes é feita em relação ao seu sentido valorativo, magnitude e significância, podendo, sempre que se revele necessário, ser sistematizadas segundo os critérios de classificação seguintes:

- **Sentido valorativo**: negativo, nulo ou positivo, consoante o impacte provoca uma degradação, não afecta ou valoriza a qualidade do ambiente;
- **Tipo de ocorrência**: directos ou indirectos, consoante sejam determinados directamente pelo projecto, ou sejam induzidos pelas actividades com ele relacionadas;
- **Probabilidade de ocorrência**: certos, prováveis, improváveis ou de probabilidade desconhecida;
- **Duração**: temporários ou permanentes, consoante se verifiquem apenas durante um determinado período, ou se forem continuados no tempo;
- **Magnitude**: fraca, média ou forte, consoante a dimensão da afectação do impacte;
- **Grau de significância**: muito significativos, significativos ou pouco significativos, de acordo com o cumprimento/incumprimento da legislação específica vigente, sempre que interfiram com populações, sempre que afectarem o equilíbrio dos ecossistemas existentes, sempre que afectarem áreas de reconhecido valor cénico ou paisagístico, etc.;
- **Reversibilidade**: reversíveis ou irreversíveis;
- **Desfasamento no tempo**: imediatos (ocorrência durante ou imediatamente após a fase de construção), de médio prazo (sensivelmente até 5 anos) ou de longo prazo;
- **Âmbito espacial**: local, regional ou nacional;
- **Tipo de interacção**: impactes resultantes de processos cumulativos ou sinérgicos.

Como é usual neste tipo de estudos, alguns descritores são analisados com maior detalhe que outros, dependendo do grau de afectação que esse descritor sofre pela implementação do projecto. Na perspectiva inversa, quando determinado conjunto de acções ou descritores não forem avaliados para determinada fase do projecto, tal significará que a sua relevância ou possibilidade de previsão são reduzidas, face ao nível da presente análise ambiental.



## 5.1. Clima

### 5.1.1. Introdução

A análise do clima da área de estudo evidenciou as suas características mediterrânicas, nomeadamente a presença de duas estações evidentes, de uma humidade fraca a moderada e de uma elevada insolação.

Por outro lado, a análise dos impactes da implementação do presente projecto sobre os parâmetros climáticos na área de estudo terá presente que se esperam alterações no clima da região derivadas do enchimento da albufeira de Alqueva e da implementação do regadio no Subsistema de Rega de Alqueva, com influência a uma escala muito superior à considerada no âmbito do Troço Loureiro-Alvito.

Deste modo, não se prevêem impactes significativos sobre o clima da área de projecto (microclima) decorrentes do desenvolvimento das diferentes fases deste projecto, nem ao nível da região, para além dos impactes já referidos pelo Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva (SEIA, 1995) que irão derivar da albufeira de Alqueva e do regadio do Subsistema de Alqueva. As alterações previstas para os parâmetros climáticos da região englobam (CEPGA, 1994; SEIA, 1995; FBO, 2001):

- o aumento da humidade relativa ao longo de todo o ano;
- aumento da evaporação real;
- diminuição da amplitude térmica ao longo do dia e ao longo do ano;
- aumento da frequência de nevoeiros e neblinas;
- aumento da precipitação a nível local;
- diminuição da frequência de geadas.
- a diminuição da temperatura média;
- o aumento da evapotranspiração;

### 5.1.2. Fase de construção

Não se prevêem impactes específicos no clima decorrentes da fase de construção de qualquer componente ou infra-estrutura do projecto.



### 5.1.3. Fase de exploração

O clima da região será condicionado pela exploração da albufeira de Alqueva e pelos sistemas de rega a implementar no âmbito do seu aproveitamento. A médio e longo prazo, o clima tende previsivelmente a tornar-se mais ameno (FBO, 2001).

Conjuntamente, poderão ocorrer alterações no clima decorrentes da exploração do projecto em análise, mas de uma forma indirecta, uma vez que respeitam à exploração do Subsistema de Rega de Alqueva, que é uma consequência indirecta do projecto em análise. Estes impactes traduzem-se na diminuição da temperatura e no aumento da humidade, uma vez que a implantação de áreas de regadio, comporta alterações a nível local, na medida em que aumenta a disponibilidade de água no solo, o que por sua vez potencia o aumento dos valores de evaporação, o aumento da humidade do ar, das neblinas e nevoeiros matinais e pode influenciar a temperatura do ar.

Pelas suas características, pode considerar-se que a amenização do clima se traduz num impacte positivo, indirecto, provável, reversível, embora pouco significativo e de magnitude provavelmente reduzida.

### 5.1.4. Fase de desactivação

Caso o projecto seja desactivado, não se prevêem impactes adicionais uma vez que as fases de construção e de exploração não comportam impactes significativos no clima.

A previsão neste caso será que, à partida voltarão a verificar-se os valores dos parâmetros climáticos semelhantes aos registados na fase de caracterização, tendo em conta as possíveis alterações climáticas que decorrerão durante a construção e a exploração do projecto. No entanto, esta é uma previsão mais complexa e qualquer impacte decorrente desta fase é considerado de probabilidade incerta.

### 5.1.5. Síntese

Os impactes no presente descritor são normalmente de difícil previsão, nomeadamente porque resultam indirectamente de uma multiplicidade de factores. Não foram identificados impactes directos decorrentes do projecto sobre os parâmetros climáticos. Os impactes indirectos, resultantes da viabilização do Subsistema de Alqueva, sobre o presente descritor são considerados positivos, indirectos, prováveis, reversíveis, embora pouco significativos e à partida de reduzida magnitude.



## 5.2. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia

### 5.2.1. Introdução

O túnel de ligação Loureiro-Alvito terá uma extensão relativamente longa (cerca de 10 Km), desencadeando alterações morfológicas na área do projecto, devido à necessidade de se efectuarem escavações e aterros ao longo de todo o traçado.

Os principais impactes que poderão ser desencadeados por esta obra estão ligados à fase de construção, em particular devido à necessidade de:

- Instalação de um ou mais estaleiros;
- Construção de vias de acesso à obra;
- Construção da obra de tomada de água na albufeira do Loureiro;
- Construção do túnel que vai implicar a escavação de um grande volume de terras;

Seguidamente identificam-se e avaliam-se os previsíveis impactes ambientais susceptíveis de ocorrerem na fase de construção, exploração e desactivação desta obra, ao nível da geologia, geomorfologia e geotecnia.

### 5.2.2. Fase de Construção

#### *Estaleiros*

A implantação do(s) estaleiro(s) de apoio à obra vai originar alteração na morfologia local e também a compactação dos terrenos, visto haver necessidade de se realizarem terraplenagens para que possam ser montadas todas as infra-estruturas e equipamentos de apoio necessários para o desenvolvimento das obras de construção do túnel.

A compactação dos terrenos favorece um aumento dos fenómenos erosivos, devido à modificação das condições de drenagem natural, o que poderá eventualmente conduzir ao ravinamento dos terrenos.

Os impactes inerentes à instalação do(s) estaleiro(s) são avaliados como negativos, pouco significativos, de reduzida magnitude, localizados, directos e reversíveis.



### *Vias de acesso*

A necessidade de execução de duas vias de acesso à obra (uma de acesso à tomada de água na albufeira da barragem do Loureiro e a outra de acesso à obra de saída para a albufeira da barragem do Alvito), bem como outros caminhos de serviço de carácter provisório, vai implicar a realização de escavações e aterros, originando modificações de ordem morfológica do terreno, para além de um aumento de compactação do solo. Todos estes factores favorecem os fenómenos de erosão.

Visto que se vão executar escavações, estas poderão destruir cortes geológicos de elevado valor científico ou patrimonial. No caso presente, não se registam impactes desta índole pelo que os impactes originados são considerados nulos. Consideram-se os impactes associados à construção das vias de acesso como negativos, de fraca magnitude, localizados, pouco significativos e directos.

### *Obra de tomada de água na albufeira do Loureiro*

A tomada de água na albufeira do Loureiro corresponderá ao local de instalação de todo o equipamento hidromecânico que vai permitir o controlo do funcionamento do circuito hidráulico. Como se trata de uma obra de grande envergadura, com uma estrutura de betão considerável, para a sua execução serão feitas terraplenagens, que alterarão a morfologia local e irão compactar o solo, potenciando os fenómenos erosivos. Contudo, e atendendo ao facto desta ser uma obra pontual, os impactes apesar de negativos, são pouco significativos, de fraca magnitude, localizados, directos e reversíveis.

### *Construção do túnel*

A necessidade de se proceder à escavação de elevados volumes de terras para a execução do túnel, irá provocar um impacte negativo significativo, uma vez que quer a escavação do maciço rochoso, quer a extracção da cobertura de alteração do substrato micaxístico, conduzirão à modificação da morfologia local e ao conseqüente aumento dos fenómenos erosivos.

No entanto, pode-se dizer que a escavação subterrânea, em comparação com a superficial, é preferível, uma vez que apresenta impactes negativos mais reduzidos na morfologia.

A execução deste túnel de ligação entre as albufeiras das barragens do Loureiro e do Alvito pressupõe movimentações de terras muito importantes em termos de volume (cerca de 250 000 m<sup>3</sup> de materiais escavados) e de área de afectação em todo o traçado do túnel, a maior parte subterrâneas. Constatam-se também que os volumes de escavação nos dois troços de vias de comunicação definitivos excedem os volumes de aterro em quase 10 000 m<sup>3</sup>. Posto isto será necessário arranjar soluções de armazenamento para os materiais excedentes da obra, visto terem um volume considerável e não se encontrarem definidas





no projecto. As terras excedentárias poderão eventualmente ser utilizadas para a recuperação de áreas degradadas (e.g. pedreiras abandonadas), embora não se tenha detectado nenhuma área deste género nas proximidades do projecto. De acordo com informações prestadas pela Câmara Municipal de Portel, o destino final preferencial para estas terras sobrantes será a Pedreira das Furnas, em Portel.

Uma vez que neste projecto o volume de escavações é bastante superior ao volume de aterros, ou seja há um excesso de terras, não é necessário à partida definir uma mancha de empréstimo.

Dado a maior parte da escavação ser subterrânea, realizada com o auxílio de explosivos, podendo atingir profundidades da ordem dos 90 m, pode haver o perigo de derrocadas. Assim é necessário tomarem-se medidas de precaução, procedendo-se sempre à correcta contenção do maciço, em várias secções, ao longo do túnel para salvaguardar vidas humanas e equipamentos. Atendendo ao risco intrínseco à construção de uma obra deste tipo, considera-se que o projecto deverá ter bem definidas as medidas necessárias à salvaguarda da segurança de pessoas e bens.

As escavações a efectuar à superfície, bem como a desflorestação da área vão provocar alterações na morfologia local, o que vai ser propício a um aumento dos fenómenos erosivos, dado se expor uma nova frente do maciço às intempéries, tornando-o mais vulnerável. Para além disto, nos locais de escavação superficial, atendendo ao facto de se poder registar algum risco de instabilidade nos taludes de escavação, devido à descompressão superficial do maciço, deverão ser tomadas medidas de precaução, no sentido de não ocorrerem movimentos de terras.

Na globalidade, consideram-se os impactes relativos às acções de escavação e de construção de aterros como negativos, directos, permanentes (relativamente à alteração da morfologia), significativos e de magnitude moderada. Os impactes serão minimizados quando existir compensação entre o material escavado e aterrado.

Como esta obra será implantada numa área que no passado sofreu fenómenos tectónicos intensos, existindo inclusive no traçado uma falha (falha Alvito-Maruto) que apresenta indícios de movimentação recente, será necessário tomar algumas precauções referidas no capítulo das medidas de minimização.

### 5.2.3. Fase de Exploração

Relativamente a esta fase do projecto os impactes sobre o meio físico esperados são nulos. No entanto é importante fazer a ressalva, que dado a zona de estudo se localizar numa área de elevado risco sísmico e apresentar falhas que apresentam indícios de movimentação recente, poderá eventualmente ocorrer



actividade sísmica, aquando da exploração do túnel. No entanto este facto não é um impacte do projecto sobre o meio, mas sim o oposto, um impacte do meio sobre a infra-estrutura, que é negativo, directo, de probabilidade desconhecida, temporário, de magnitude média a forte, significativo a muito significativo (dependendo da magnitude do sismo), e podendo mesmo ser irreversível.

#### **5.2.4. Fase de Desactivação**

Com o cessar de exploração do túnel de ligação, diminuem os riscos de instabilidade de vertentes associados à escavação superficial do túnel de ligação Loureiro-Alvito, pelo que os impactes esperados são positivos, embora pouco significativos.

#### **5.2.5. Síntese**

Na fase de construção os principais impactes susceptíveis de se verificarem derivam das acções relacionadas com a instalação do(s) estaleiro(s), construção de acessos e construção de todas as infra-estruturas inerentes ao projecto.

Assim, em relação à instalação dos estaleiros, à construção de acessos e à obra de tomada de água na albufeira do Loureiro, o principal impacte registado prende-se com a alteração da morfologia e a compactação dos terrenos, à qual está associada a potenciação dos fenómenos erosivos. Este impacte é avaliado como negativo, directo, temporário, de magnitude fraca a moderada, reversível e pouco significativo.

Em relação à construção do túnel, os principais impactes advêm da necessidade de se proceder a escavações e aterros e ao armazenamento das terras excedentárias (provenientes da construção do túnel). Estas acções darão origem a impactes negativos, directos, significativos, uma vez que conduzirão à desflorestação da área, à modificação da morfologia local e, conseqüentemente ao aumento dos fenómenos de erosão.

Na fase de exploração não se espera a ocorrência de nenhum impacte significativo. Relativamente à fase de desactivação do túnel e infra-estruturas associadas são esperados impactes positivos, embora pouco significativos resultantes da diminuição do risco de instabilidade de vertentes associados à escavação superficial do túnel de ligação Loureiro.



## 5.3. Solos

### 5.3.1. Fase de Construção

No decorrer da fase de construção do túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, prevê-se como principal impacte ambiental ao nível dos solos, a escavação dos troços em “cut & cover” salientando-se como atenuante deste impacte que a qualidade dos solos ocupados é, na sua maioria baixa, apresentando limitações para uso agrícola/florestal.

No entanto, convém referir os impactes negativos nos solos de uma pequena zona, mais próxima da albufeira do Alvito, perto da ribeira de Oriola, onde a construção em questão inutilizará uma faixa de solos de qualidade apreciável.

Também a desflorestação da área do traçado constitui um impacte ambiental negativo relativamente aos solos, uma vez que tal acção vai potenciar a desagregação e erodibilidade destes. No entanto, dado esta área se restringir aos troços a céu aberto e em “cut & cover”, de pequena dimensão quando inserida na envolvente, classifica-se este impacte como de reduzida magnitude e pouco significativo.

Um outro impacte a tomar em consideração, prende-se com a afectação do solo provocada pela construção dos acessos ao local da obra, e a sua utilização intensiva durante algumas fases da construção. Igualmente é importante considerar a ocupação do solo provocada pela instalação do estaleiro de apoio à obra. Deste modo, será importante assegurar que a localização do estaleiro, assim como dos principais acessos à obra, seja definida tendo em conta a minimização dos efeitos negativos sobre os solos, nomeadamente a sua compactação, contaminação e degradação.

Os impactes previstos a este nível são consequentes da ocupação, compactação, contaminação e degradação dos solos e consideram-se negativos, temporários, de média magnitude e pouco significativos, tendo em consideração a baixa capacidade de uso dos solos afectados.

A movimentação e operação de máquinas e equipamentos afectos à obra, pode originar derrames de hidrocarbonetos susceptíveis de originarem contaminações pontuais de algum significado, se bem que a natureza dos solos permite prever que essa poluição não se movimentará e poderá ser mais ou menos rapidamente biodegradada. Importa também ter em consideração o facto de a textura fina de alguns solos ocorrentes propiciar, quando destruída a sua estrutura pela movimentação das máquinas, a formação de nuvens de pó de argila, nuvens essas que poderão afectar os usos agrícolas dos terrenos confinantes.



### 5.3.2. Fase de Exploração

No decurso da fase de exploração os impactes sobre os solos são considerados muito reduzidos, uma vez que a estrutura do túnel não influenciará significativamente os processos de transformação e evolução do solo.

A manter-se o tipo de agricultura que actualmente se pratica na área de estudo, os impactes relacionados com os compostos químicos não serão certamente preocupantes, uma vez que o sistema não inclui incorporações significativas de agro-químicos. Para além disso, não é de antever uma alteração significativa nos sistemas de agricultura actuais.

### 5.3.3. Fase de Desactivação

A fase de desactivação do túnel será equivalente, em termos de impactes, à fase de construção, não se prevendo que estes sejam significativos, uma vez tomadas as medidas de minimização propostas.

### 5.3.4. Síntese

As principais acções de projecto causadoras de impactes são a escavação dos troços em "cut & cover" e das restantes infra-estruturas. Os impactes associados a estas operações prendem-se com a movimentação e deposição dos materiais geológicos retirados pela escavação e perfuração e com a inutilização agrícola da faixa de solos utilizada pelo canal. Considera-se que estes impactes são de reduzida magnitude e pouco significativos.

Em termos do uso do solo o projecto tem um impacte negativo, já que afecta a utilização da faixa de solos receptora da infra-estrutura, mas de reduzida magnitude e significância dada a área diminuta envolvida



## 5.4. Recursos Hídricos

### 5.4.1. Recursos Hídricos Superficiais

#### 5.4.1.1. Introdução

Neste sub-capítulo serão analisados os impactes que potencialmente se verificarão ao nível dos recursos hídricos superficiais da região. Sem descuidar todos os impactes resultantes das acções de construção na rede hídrica ao nível local, dá-se especial destaque para os resultantes do transvase entre as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado.

Os principais impactes esperados prendem-se com aspectos quantitativos, a transferência dos caudais de um sistema hidrológico para outro, e com aspectos qualitativos, considerando a mistura de águas de origem e qualidades diferentes.

Um factor fundamental para a avaliação destes impactes será o dispositivo de segregação de águas, já que a sua implementação em todas as albufeiras do subsistema de Alqueva na bacia do Sado permitirá efectivamente evitar o contacto da água proveniente de Alqueva com os meios naturais da bacia do Sado, mitigando assim os principais impactes esperados.

O túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito está incluído no Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo, que possibilitará a implementação de rega em cerca de 51 400 ha, bem como o reforço de água das albufeiras de Alvito, Odivelas, Roxo e Vale do Gaio

A implantação do túnel de ligação em análise tem assim o potencial de gerar importantes impactes a nível dos recursos hídricos da bacia do Sado, quer em termos quantitativos, quer em termos qualitativos, essencialmente na fase de exploração do empreendimento.

Em termos quantitativos, as principais alterações decorrentes da implementação de todo o subsistema de Alqueva consistem no seguinte :

- Apesar de através da implementação do dispositivo de segregação de águas, não se efectuar o transporte de água através dos meios naturais da rede hidrográfica do Sado, considera -se que pode existir um aumento do escoamento superficial devido à drenagem de áreas agrícolas, o que se deve a um aumento do volume de água nesta bacia . O volume do transvase a efectuar é de uma ordem de grandeza superior a 200% das afluências verificadas nas bacias dos principais afluentes do Sado afectados pelo projecto (ribeira Odivelas, ribeira Figueiras, ribeira Roxo e rio Xarrama) em regime natural;



- Aumento das disponibilidades de água para vários usos.

Em termos qualitativos, as principais alterações consistem no seguinte:

- Alteração da qualidade da água nas albufeiras existentes a jusante do transvase, por introdução de água com características diferentes. Estas alterações relacionam-se com os fenómenos de estratificação, de salinização e de enriquecimento de nutrientes que podem ocorrer nas albufeiras, devido às alterações no hidrodinamismo das albufeiras e à modificação da composição físico-química das águas e da biomassa algal presente. Em termos de características físico-químicas, a água armazenada nas albufeiras será, conseqüentemente, diferente da dos cursos de água a montante das mesmas, podendo, em alguns casos, sofrer uma melhoria face aos actuais níveis de qualidade observados.
- Aumento das cargas poluentes de origem difusa afluentes às linhas de água, em particular de azoto e fósforo, devido à conversão de áreas de sequeiro em regadio, com a conseqüente alteração das práticas culturais (aplicação de fitossanitários, adubações, etc.) e do tipo de culturas exploradas. As áreas regadas constituem as principais fontes potenciais de contaminação dos recursos hídricos superficiais por azoto e fósforo.

Os factores decisivos na definição da futura qualidade da água nas albufeiras da bacia hidrográfica do rio Sado são, evidentemente, a quantidade de água transferida e a sua qualidade. Estes dois dados são cruciais para que se possam fazer estimativas razoáveis dos cenários futuros.

Assim, o que se pretende avaliar neste capítulo, em relação à hidrodinâmica e à qualidade da água, são as modificações no comportamento do sistema após a introdução dos transvases. Para tal recorreu-se aos estudos já elaborados nesta área, nomeadamente no âmbito do EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo (FBO *et al*, 2001). Neste estudo foram realizadas simulações durante o período de um ano em 10 albufeiras: Álamos, Loureiro, Alvito, Monte Novo, Barras, Vale do Gaio, Odivelas, Pisão, Alfundão e Roxo.

Nas simulações efectuadas não se entrou em linha de conta com as cargas introduzidas nas albufeiras pelas escorrências superficiais directas. A passagem de culturas de sequeiro para culturas de regadio, numa área com a dimensão do Subsistema de Alqueva originará, previsivelmente, maior arrastamento de fertilizantes utilizados. Por outro lado, considerou-se que a elevada carga de nutrientes provenientes do transvase e o caudal em trânsito diluiriam as cargas de nutrientes provenientes das bacias das barragens situadas na bacia hidrográfica do Sado, estas últimas comparativamente pouco expressivas.



#### 5.4.1.2. Fase de construção

No que se refere à execução da infra-estrutura, os impactes a considerar ao nível dos recursos hídricos locais serão consequentes dos trabalhos inerentes à obra, designadamente no que respeita à desmatção e à compactação e consequente impermeabilização dos solos. À semelhança de situações idênticas, é previsível que a construção de um túnel seja efectuada garantindo em permanência o escoamento das linhas de água afectadas.

Durante a fase de construção do túnel, a mobilização das terras e desmatção do terreno, bem como a movimentação intensa de máquinas no local ajuda a aumentar a impermeabilização de uma zona cuja permeabilidade não é elevada por natureza.

Ao nível da instalação do estaleiro a impermeabilização do solo volta a ocorrer devido ao tráfego que se fará sentir nesta zona, devendo por isso existir a preocupação de escolher este local de forma a minimizar estes efeitos.

A compactação e consequente impermeabilização do terreno poderá favorecer as suas condições de erodibilidade, originando um afluxo de fase sólida nas secções a jusante com consequente assoreamento. Este tipo de impactes relacionados com a impermeabilização dos solos considera-se negativo, no entanto, dada a estrutura linear do túnel e a reduzida área afectada, o impacte considera-se de fraca magnitude e pouco significativo.

Junto de cada albufeira, durante a fase de construção das infra-estruturas de tomada de água e de saída do túnel, existe a possibilidade de poluição das linhas de água através de derrames de carburantes e outros produtos tóxicos usados na obra e presentes no local (combustíveis, óleos, tintas, etc.).

Adicionalmente, também a maior erodibilidade dos solos desnudados devido à desmatção e exploração de áreas de implantação das infra-estruturas afectará a qualidade da água nas albufeiras, provocando um aumento do teor dos sólidos em suspensão. Este impacte será agravado caso ocorram chuvas intensas durante o período construtivo.

Poder-se-á também verificar uma contaminação das águas devido aos esgotos, com origem quer nas instalações para alojamento do pessoal afecto às obras, quer nos armazéns e nas oficinas de montagem e fabrico de equipamentos utilizados na construção.

As operações de escavação, furação e betonagem geram fundamentalmente efluentes provenientes da lavagem do equipamento de fabrico de betão, na circunstância de se prever a presença, no local, de uma central de betão. Estas lavagens de equipamento arrastarão finos (inertes) de betão, que aumentarão a



turvação das linhas de água mais próximas, nomeadamente a albufeira do Loureiro na zona da tomada de água, a ribeira de Oriola e albufeira do Alvito na saída do túnel.

Quanto à pavimentação das vias de acesso e à recuperação das áreas de trabalho, estas actividades não determinam a produção de águas residuais de forma significativa, pelo que os impactes destas operações sobre os recursos hídricos superficiais são reduzidos, excepto no caso de derrames acidentais.

De uma forma geral, os impactes identificados na fase de construção são negativos mas pouco significativos. Tratam-se de impactes locais, com significado reduzido e que não se afigura virem a comprometer os usos da água nas linhas de água intervencionadas, principalmente se forem adoptadas as medidas de minimização adequadas.

#### 5.4.1.3. Fase de exploração

##### **Aspectos Quantitativos – Simulações dos Transvases**

A avaliação dos impactes ambientais sobre os recursos hídricos durante a fase de exploração foi efectuada com base nos trabalhos já realizados sobre os transvases entre as bacias do Guadiana e do Sado, nomeadamente no âmbito do EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo (FBO *et al*, 2001) e do EPIA da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998).

Prevê-se que caudais com volumes anuais de cerca de 580hm<sup>3</sup>/ano sejam transferidos da bacia do Guadiana para a bacia do Sado, em ano seco, traduzindo-se num impacte muito significativo nos recursos de água disponíveis.

Este valor traduz -se em 43% das afluências naturais da bacia do Sado em ano médio e 235% do somatório das afluências às albufeiras do Baixo Alentejo, existentes e a criar, em ano médio (247hm<sup>3</sup>/ano).

De facto, constata-se que cerca de 90% da água extraída da albufeira do Alqueva na estação elevatória da Álamos vai chegar à bacia hidrográfica do Sado (através da albufeira do Alvito) e a restante será conduzida para o bloco do Alto Alentejo. Note-se que com a implementação do dispositivo de segregação de águas, a água que chega ao território da bacia do Sado ficará estrangida ao circuito hidráulico do Subsistema de Alqueva (albufeiras e canais de condução e rega), evitando-se que atinja os meios lóticos da bacia do Sado.

Relativamente à qualidade da água, os factores decisivos nas albufeiras da bacia hidrográfica do Sado são evidentemente a quantidade de água transferida e a sua qualidade. Com o objectivo de avaliar as modificações no comportamento do sistema que vão ser introduzidas com os transvases, foram realizadas





simulações de um ano para todas as albufeiras que constituem o sistema – Álamos, Loureiro, Alvito, Monte Novo, Barras, Vale do Gaio, Odivelas, Pisão, Alfundão e Roxo. Os dados relativos à quantidade e à qualidade da água foram fundamentais para as estimativas dos cenários futuros.

Os resultados obtidos na modelação matemática (CE-QUAL-W2) da qualidade da água, realizada no âmbito do Plano de Ordenamento das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão, junto da estação elevatória dos Álamos, permitem concluir que a água nesse local não apresenta problemas de maior. Foram estes dados que serviram de condição de fronteira à modelação realizada para o restante sistema, no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva.

Embora de uma forma geral estes valores não sejam preocupantes, a verdade é que são reveladores de pior qualidade da água relativamente às albufeiras da bacia do Sado. A estratégia seguida nestas simulações foi a de encadear as albufeiras, não simulando os troços de ligação mas considerando o rearejamento que aí deve ocorrer com o conseqüente aumento das concentrações de oxigénio dissolvido.

Assim, os parâmetros a jusante de uma albufeira servem como condição de fronteira a montante da albufeira seguinte. Os volumes mensais impostos a montante de cada albufeira são a soma dos transvases com as afluências naturais. Em termos de parâmetros de qualidade da água, eles são impostos à entrada das albufeiras considerando a média ponderada (pelos caudais) entre as condições actuais e futuras.

Sendo verdade que o regime de afluências será no futuro profundamente afectado pelos transvases, não deixa de ser evidente que algumas albufeiras serão mais afectadas que outras. Um parâmetro que permite desde já ter uma ideia da magnitude do impacte é o tempo de residência da água nas albufeiras.

No que diz respeito ao tempo de residência podem dividir-se as albufeiras em 3 grupos:

- As que têm tempos de residência da ordem de uma semana – Álamos, Loureiro e Pisão;
- As que têm tempos de residência de 1 a 2 meses – Monte Novo, Alvito, Barras e Alfundão;
- As que têm tempos de residência superiores a 3 meses – Odivelas, Vale do Gaio e Roxo.

Para estes resultados contribui em larga medida a posição das albufeiras na cadeia para além da capacidade da albufeira. Assim, todas as albufeiras de razoável dimensão que estão no final da cadeia (Roxo, Vale do Gaio e Odivelas) apresentam tempos de residência elevados antevendo-se desde já que serão aquelas que menos serão perturbadas pelo transvase.

Por outro lado as pequenas albufeiras que se encontram no início da cadeia relativamente à albufeira de Alqueva (Álamos e Loureiro) apresentam tempos de residência muito baixos, o que implica uma elevada circulação de água.



Em situação intermédia encontram-se as albufeiras de Alvito, Monte Novo, Alfundão e Barras. Os 3 últimos casos correspondem a albufeiras que receberão, mais ou menos, a mesma quantidade de água e que têm capacidades muito semelhantes.

O caso da albufeira do Alvito é diferente, uma vez que se trata da albufeira com maior capacidade de todas as que estão em estudo, mas ainda assim a magnitude do transvase é 6 a 7 vezes superior às afluências actuais.

## **Aspectos Qualitativos – Simulações dos Transvases**

### *Hidrodinâmica e temperatura*

A estrutura térmica das albufeiras depende muito da sua capacidade total e principalmente da sua profundidade. O conjunto das 9 albufeiras analisadas podem ser divididas em três grupos: as estratificadas, as parcialmente estratificadas e as homogéneas.

As futuras albufeiras de Pisão e Barras serão verticalmente homogéneas durante praticamente todo o ano. Destaca-se, no entanto, que a albufeira de Barras se considera uma albufeira verticalmente homogénea, com excepção do Verão onde exhibe um padrão de estratificação atípico.

A albufeira do Loureiro é ligeiramente diferente já que junto à barragem a albufeira é verticalmente estratificada. No entanto considerando os elevados volumes em trânsito, e logo a elevada turbulência hidráulica e reduzidos tempos de residência induzidos, será pouco provável que a albufeira do Loureiro estratifique em condições de exploração normais. A albufeira do Alvito bem como as de Odivelas e Vale do Gaio são casos de albufeiras meramente estratificadas. As albufeiras de Alfundão e Roxo podem considerar-se parcialmente estratificadas.

De uma forma geral, pode concluir-se que todas as albufeiras se comportam como lagos em regiões temperadas com um ciclo sazonal bem marcado. O aparecimento de estratificação ocorre sempre que a energia térmica proveniente da atmosfera não é transmitida a toda a coluna de água, o que geralmente acontece quando esta é suficientemente profunda.

Com excepção talvez da albufeira de Roxo, todas as outras apresentam este comportamento. Se a albufeira é suficientemente profunda para que a turbulência superficial, induzida essencialmente pelo vento, não consiga produzir mistura em toda a coluna de água, então ela estratifica, caso contrário ela apresenta-se bem misturada.



No que diz respeito à velocidade da corrente no interior das albufeiras, foram analisados três casos no EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (Loureiro, Alvito e Barras), dos quais dois deles estão directamente relacionados com o presente projecto – Loureiro e Alvito.

Em qualquer dos casos, observaram-se diferenças entre a zona onde é introduzido o transvase na albufeira, e na zona próxima da barragem, onde a circulação é dominada pelo vento. Nas zonas a montante, a corrente é mais intensa apresentando máximos subsuperficiais – a água mais fria e densa proveniente dos canais/rios tende a mergulhar – com valores máximos entre 1 e 5 cm/s. Junto à barragem os máximos ocorrem na camada superficial – camada de mistura – onde a quantidade de movimento proveniente da acção do vento fica aprisionada devido à estratificação. Nesta zona as velocidades são geralmente da ordem de alguns mm/s (sempre inferiores a 1 cm/s).

### *Qualidade da água – Ano seco*

Um dos problemas relacionados com o transvase prende-se com a mudança do regime de aflúncias às albufeiras, passando a afluir água às albufeiras durante a Primavera e Verão em quantidades muito significativas, que trazem em princípio alguns nutrientes.

Numa albufeira como a do Alvito, em regime natural (sem transvase), não existem nutrientes no Verão, porque os que lá estavam já foram consumidos nesta época. Consequentemente a produtividade biológica é praticamente nula. Com o transvase, a introdução de grandes quantidades de água, neste período do ano, ainda que com baixas concentrações de nutrientes vem obviamente alterar o sistema. A razão entre os volumes transferidos e as aflúncias naturais chega a ser de várias ordens de grandeza sendo, portanto, de esperar que a qualidade da água a ser transferida seja um dos factores com mais influência nos cenários futuros nas albufeiras do sistema localizadas na Bacia do Sado.

Os resultados da modelação da qualidade da água na albufeira de Alqueva mostram que a água na captação da estação elevatória dos Álamos terá qualidade aceitável para a generalidade dos parâmetros. No entanto, existe um parâmetro fundamental que apresenta valores acima do desejável. Efectivamente as concentrações de fosfato são sempre superiores a 0,250mg/l a que corresponde uma concentração de fósforo total de 0,082mg/l. O valor limite de fósforo total a partir do qual, segundo a OCDE, se considera que a massa de água entra em eutrofização é de 0,35mg/l embora, segundo a classificação do INAG, só para valores superiores a 0,55mg/l de fosfato é que a água se pode considerar poluída (Classe C).

O problema fundamental não se prende tanto com o facto de as concentrações serem demasiado altas mas antes com o facto de o fósforo ser, em geral, o elemento que determina se a massa de água está ou não eutrofizada. Havendo fósforo e luz (como acontece na maior parte do ano no Alentejo), em princípio,



há produtividade biológica, podendo desde já antever-se que, pelo menos, nas albufeiras do início da cadeia (Alvito, Monte Novo, etc.) sejam mantidos e potencialmente acentuados os problemas de eutrofização que se verificam actualmente.

Outro factor determinante em todo o processo é o tempo de residência da água nas albufeiras. Referiu-se anteriormente que as albufeiras podem ser divididas em 3 grupos. Para as albufeiras do primeiro grupo, nas quais os tempos de residência são muito pequenos, é de esperar que a qualidade da água no seu interior seja idêntica à qualidade da água à entrada. As albufeiras do terceiro grupo, onde os tempos de residência são muito grandes, é de esperar que sejam as menos afectadas do conjunto, por duas razões fundamentais:

- A quantidade de água a ser aduzida será inferior, se não em termos absolutos pelo menos em comparação à capacidade da própria albufeira;
- Grande parte dos nutrientes introduzidos no sistema (via albufeira do Alvito) foram entretanto incorporados na biomassa algal.

É para as albufeiras do segundo grupo que se prevêem, à partida, maiores impactes visto que tempos de residência moderados significam geralmente grandes volumes aduzidos e posições no encadeamento próximos do Alqueva, onde ainda não houve consumo de nutrientes (é o caso de Monte Novo e Alvito).

De uma forma geral todas as albufeiras, à excepção do Loureiro, apresentaram nas simulações uma distribuição temporal típica de ambientes eutrofizados com *blooms* intensos e longos. Para cinco das albufeiras consideradas (Alvito, Barras, Alfundão, Pisão e Monte Novo), as concentrações de fitoplâncton são superiores a 3 mg C/l (aproximadamente 50 mg Chl-a/l) durante cerca de 6 meses (entre o final de Março e o final de Setembro). Para as restantes 3 albufeiras, Vale do Gaio, Roxo e Odivelas os resultados indicam situações muito próximas das que se verificam actualmente.

Em relação à evolução do nitrato para as diferentes albufeiras, é possível verificar que os valores decrescem significativamente entre a albufeira dos Álamos e as albufeiras que se encontram no outro extremo da cadeia (Roxo, Odivelas, Vale do Gaio e Alfundão) o que significa que no que diz respeito a este parâmetro a qualidade da água vai melhorando. Outra conclusão importante refere que os valores estão sempre abaixo do limite a partir do qual a água pode ser considerada poluída (25 mg/l).

Não se observaram nos trabalhos realizados, em nenhuma altura do ano, valores de concentração de nitrato muito baixos, o que significa que o azoto dificilmente será um factor limitante para a produtividade biológica. Exceptuando Vale do Gaio, existe um aumento dos valores do nitrato em todas as albufeiras, em



particular no Alvito e Odivelas, onde em situação de transvase, a partir do Verão, as concentrações de nitrato foram muito baixas.

O que foi referido para o nitrato, em termos de diminuição das concentrações nas albufeiras que se encontram na extremidade da cadeia (Odivelas, Vale do Gaio, etc.) é válido para o fosfato. Os valores são sempre inferiores ao estabelecido pelo INAG para que se possa considerar a água como muito poluída (0,95mg/l) mas, em várias albufeiras estão acima dos 0,35mg/l de fósforo total estabelecidos pela OCDE como limite a partir do qual o sistema se pode considerar eutrofizado. Mais uma vez se constatou que em todas as albufeiras haverá fosfato suficiente durante o Verão para que ocorra produção primária. Este facto conjugado com a simultânea disponibilidade de azoto conduz aos *blooms* de algas muito longos.

O azoto amoniacal segue a evolução temporal do fitoplâncton. Os valores que se obtiveram na simulação são sempre inferiores ao valor limite estabelecido pelo INAG como sendo o limite inferior para que a água possa ser considerada poluída quanto a este parâmetro. Relativamente à simulação para o ião sódio, não se obtiveram estimativas de quais seriam as concentrações futuras na albufeira do Alqueva, dado não haverem dados para este parâmetro à data de realização das modelações.

O único valor existente à data das simulações foi relativo a Monte Novo, daí que se tenha simulado apenas as condições nessa albufeira. Concluiu-se que, se a concentração na albufeira do Alqueva for semelhante à que se observava no rio Guadiana em 1989, então na albufeira de Monte Novo a concentração de sódio terá valores muito semelhantes a esses, o que representa um acréscimo de 25% comparativamente a 1989. Foram feitas simulações em outras condições que mostraram que a concentração de sódio será semelhante àquela que se observa no Alqueva. Fizeram-se também simulações para o Alvito e Odivelas que mostraram que, a prazo, os valores serão semelhantes aos do Alqueva.

### *Qualidade da água – ano médio*

Para a maioria das albufeiras simuladas em ano médio não se registaram diferenças significativas nos resultados obtidos. Ainda assim existem algumas albufeiras para as quais as diferenças encontradas devem ser salientadas. Uma das albufeiras onde se verificaram grandes diferenças é a albufeira de Barras para a qual a concentração de biomassa algal tem uma evolução temporal completamente diferente apresentando um mínimo relativo no Verão, que é indicador da ocorrência de limitação de nutrientes.

Também nas albufeiras do Roxo e Odivelas se registaram melhorias significativas (em comparação com o ano seco). Os resultados obtidos na albufeira do Roxo são comparáveis com os que se obtiveram para



1990 (um ano de fraca produtividade na albufeira do Roxo) e são, em certos aspectos, reveladores de uma qualidade da água comparável com o que existia no início da década de 90.

Semelhante conclusão se pode tirar para a albufeira de Odivelas, visto que não se observam grandes diferenças no que diz respeito ao azoto (amónia e nitrato). Para o fosfato o padrão verificado é muito semelhante ao que se obteve para o ano seco mas, nas albufeiras de Barras, Roxo e Odivelas os valores da concentração são relativamente baixos no período estival, tendo-se verificado que o fósforo se torna o factor inibidor da produção primária nessas albufeiras. Estas diferenças registadas entre o ano seco e o ano médio nas albufeiras que se localizam mais próximo do rio Sado estão obviamente relacionadas com os menores volumes de água transferidos.

Já no EPIA da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1998), no final das simulações das transferências Loureiro-Alvito concluiu-se que o transvase entre a barragem do Loureiro e a barragem do Alvito não implica necessariamente uma pior qualidade da água nesta albufeira. A qualidade da água na albufeira do Alvito dependerá essencialmente da qualidade da água na barragem do Alqueva, e da forma como for controlada a qualidade da água a montante desta barragem.

### **Avaliação dos impactes no Estuário do Sado**

Para a avaliação dos impactes que o transvase entre as bacias do Guadiana e do Sado poderia provocar no estuário do rio Sado, foi elaborada no âmbito do EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO *et al*, 2001) uma modelação ecológica, partindo das concentrações características deste ecossistema, apresentadas no Quadro 4.4.15 do capítulo 4 relativo à caracterização da situação de referência.

Para analisar o impacte das descargas sobre o ecossistema do estuário efectuaram-se simulações de sensibilidade com as condições do rio alteradas. A utilização da água proveniente da barragem de Alqueva na bacia hidrográfica do Sado poderá influenciar o estuário de duas formas diferentes: pelo aumento da concentração de nutrientes e fosfatos introduzidos no estuário e pelo aumento do caudal do rio.

O aumento de caudal pode alterar a hidrodinâmica no interior do estuário tanto de forma directa, devido à introdução de momento, com indirectamente devido à alteração da distribuição de salinidade. Este efeito, no entanto, não deve ser significativo uma vez que estudos anteriores mostraram que a influência do rio no forçamento hidrodinâmico é reduzida. Consideraram-se duas simulações com as concentrações de azoto inorgânico aumentadas respectivamente para o dobro e para 3,5 vezes os seus valores de referência, utilizando os valores que se apresentam no Quadro 5.4.1.



Quadro 5.4.1 – Propriedades introduzidas pelo rio Sado (análise de sensibilidade)

Propriedade	Simulação de referência	Simulação 2x	Simulação 3,5x
Nitrito	0,04 mgN/l	0,08 mgN/l	0,14 mgN/l
Nitrato	3,6 mgN/l	7,2 mgN/l	12,6 mgN/l
Amónia	0,24 mgN/l	0,48 mgN/l	0,84 mgN/l

Fonte: EPIA do Subsistema de Rega do Baixo Alentejo (FBO *et al*, 2001)

Apesar das condições iniciais e de fronteira utilizadas serem condições médias e por isso não estarem directamente relacionadas com as condições nos anos das campanhas, os resultados obtidos são qualitativamente semelhantes aos valores das medidas. Isto verifica-se relativamente à sua ordem de grandeza e também relativamente ao seu comportamento anual, tendo-se confirmado os “*blooms*” de Primavera e de fim de Verão nos instantes correctos. Os bons resultados obtidos nesta comparação conferem alguma segurança quanto à qualidade das simulações. No entanto a falta de dados experimentais permite apenas uma análise qualitativa.

Os valores médios anuais das propriedades nas diversas regiões do estuário permitem caracterizar a sua natureza, do ponto de vista da produção e do transporte. Assim, na situação de referência para o fitoplâncton, as maiores concentrações verificaram-se no Canal de Alcácer e na zona de ligação ao estuário propriamente dito. As concentrações destas duas zonas uma a duas ordens superiores às encontradas no resto do estuário. Estes valores consideram-se típicos de estuários medianamente produtivos, sem problemas de eutrofização generalizada.

Concluiu-se também, pela análise conjunta das concentrações média e dos fluxos entre caixas, que os locais de maior produção são os já referidos Canal de Alcácer e zona de ligação ao estuário, sendo o fitoplâncton aí produzido exportado para o resto do estuário. As trocas totais anuais entre zonas do estuário indicaram que na zona perto da barra a mortalidade média anual é superior à produção. Deve-se notar que a componente convectiva do transporte desempenha um papel importante nestes fluxos.

Utilizando as condições de fronteira do rio já referidas, efectuaram-se duas simulações para analisar a sensibilidade do estuário ao aumento da carga de nutrientes. Verificou-se que nas regiões onde a produção já era elevada os aumentos de produção são reduzidos. A região a jusante do estuário, apresenta uma maior sensibilidade ao aumento da carga de nutrientes com aumentos de concentração significativos. Neste contexto a região do canal da Marateca é a mais sensível com aumento de concentração relativamente à simulação de referência de 97% e 195% para as simulações 2x e 3,5x respectivamente. A região inferior do estuário apresenta sensibilidade inferior. (Figura 5.4.1)



Foram também calculados os valores das trocas totais anuais de fitoplâncton entre as diferentes regiões, face ao aumento da carga de nutrientes. Nesta situação, observou-se que as trocas entre montante e o resto do estuário diminuíram. Isto indica uma maior produção no estuário inferior. O mesmo se verificou para as trocas entre o Canal da Marateca e o centro do estuário.

Neste caso, a direcção das trocas totais inclusivamente mudou, comportando-se agora a região do Canal da Marateca como exportadora de fitoplâncton. O aumento da produtividade no interior do estuário inverteu também o sentido das trocas na região da barra e aumentou a exportação para a plataforma adjacente, na zona exterior do estuário.

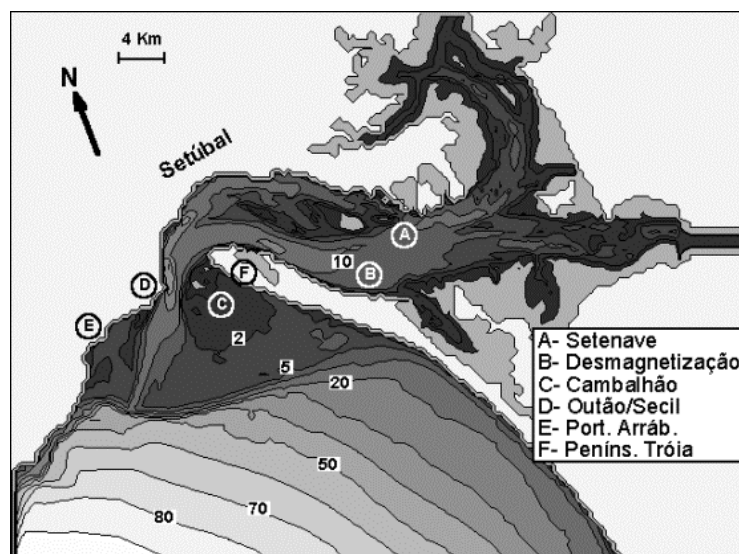


Figura 5.4.1 - Batimetria do Estuário do Sado

Os resultados obtidos nestas simulações parecem sugerir que o estuário possui alguma sensibilidade ao aumento de nutrientes por via fluvial, mas que a situação presente não é preocupante e que um aumento moderado de nutrientes não produzirá uma situação de eutrofização generalizada. Deve-se notar que os valores das concentrações de nutrientes utilizados na análise de sensibilidade são valores excessivamente elevados, não sendo de esperar aumentos de concentrações tão grandes.

Note-se no entanto que também no caso do estuário do Sado os impactos serão significativamente reduzidos pela implementação do dispositivo de segregação de águas nas albufeiras do subsistema de Alqueva. No cenário actual, em que se elimina o escoamento dos caudais provenientes de Alqueva pelos sistemas lóticos da bacia do Sado, os volumes de água adicionais que afluirão ao estuário decorrentes da implementação do Subsistema de Alqueva são apenas os resultantes da drenagem das áreas beneficiadas pelo regadio.





## 5.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos

### 5.4.2.1. Introdução

Os principais impactes que poderão ser desencadeados por esta obra ao nível dos recursos hídricos subterrâneos estão ligados essencialmente à fase de construção, sobretudo à implantação e ao funcionamento do(s) estaleiro(s), à construção e circulação de viaturas de apoio à obra e à construção das estruturas componentes do Troço de Ligação.

De seguida identificam-se e avaliam-se os impactes ambientais expectáveis susceptíveis de se verificarem na fase de construção, exploração e desactivação desta obra, ao nível dos recursos hídricos subterrâneos.

### 5.4.2.2. Fase de construção

#### *Estaleiro(s)*

À construção dos estaleiros estão associados impactes relacionados com a sua implantação e funcionamento que se descrevem de seguida.

A implantação dos estaleiros obrigará à regularização e à compactação de terrenos, contribuindo para a alteração das condições naturais de infiltração. Com a impermeabilização dos terrenos verificar-se-á um aumento da escorrência superficial, com reflexos directos na diminuição da área de recarga dos níveis aquíferos locais. Os impactes associados à compactação dos terrenos, apesar de negativos, certos e imediatos, são temporários, reversíveis e localizados, sendo avaliados como pouco significativos.

O problema principal que se coloca ao nível do funcionamento geral do estaleiro está ligado à evacuação de efluentes e resíduos sólidos produzidos pelos trabalhadores e máquinas. Como não existe informação acerca da evacuação de efluentes e resíduos sólidos, é recomendável que seja implementado um sistema de drenagem de esgotos, bem como a recolha diária de todo o lixo produzido. Porém, mesmo que se verifiquem derrames pontuais ou acidentais de líquidos poluentes (óleos, combustíveis, etc.), o comportamento impermeável do substrato rochoso não favorece a infiltração, bem como a circulação de fluidos até grande profundidade, pelo que não são expectáveis acções geradoras de contaminação das águas subterrâneas.

Neste contexto, e se forem tomadas todas as medidas de protecção do ambiente, não se esperam impactes significativos sobre os recursos hídricos. A ocorrência de situações de contaminação estará associada a acidentes ou a más condutas.



Os impactes ligados ao funcionamento do(s) estaleiro(s) são considerados negativos, pouco significativos, de reduzida magnitude, localizados, directos e reversíveis.

### *Vias de acesso*

A construção de vias de acesso traduz-se na impermeabilização da superfície do terreno, ou seja passa a ser ocupada uma área que deixa de funcionar como zona de recarga. Neste sentido, estas obras lineares contribuem para a diminuição da taxa de infiltração dos níveis aquíferos locais, correspondendo esta alteração a um impacte negativo, directo, certo, permanente durante o período de exploração do empreendimento, mas pouco significativo e de reduzida magnitude, uma vez que se restringem à área definida ao longo dos seus traçados.

Durante a construção da rede viária poderão registar-se igualmente acidentes, nomeadamente derramamento de óleo ou combustíveis das viaturas de acesso à obra, o que poderá poluir o subsolo. Porém dada a reduzida permeabilidade dos terrenos existentes, e também a reduzida espessura das formações porosas que existem no local de traçado do túnel, não são de esperar contaminações dos níveis aquíferos. Consideram-se os impactes associados à construção das vias de acesso como negativos, de fraca magnitude, localizados, pouco significativos, directos e reversíveis.

### *Construção do túnel*

A construção do túnel irá repercutir-se em impactes na fase de construção, essencialmente relacionados com a compactação dos solos devido às escavações, assentamento de condutas e terraplenagens. Desta forma, a área de recarga irá ser reduzida e como tal durante a fase de construção de obra poder-se-á registar uma diminuição de produtividade das captações de água localizados na envolvente deste dispositivo devido ao rebaixamento do nível piezométrico.

Igualmente durante as operações de escavação de solos e de rochas poderão emergir à superfície os níveis de água, situação que a acontecer torna as águas subterrâneas vulneráveis a focos de contaminação existentes no local. O aparecimento dos níveis freáticos e a eventualidade de ocorrerem fenómenos pontuais de poluição das águas subterrâneas corresponderá a um impacte negativo, directo, temporário e/ou periódico, pouco significativo a significativo (consoante o tipo e a concentração da substância contaminante que venha a circular no meio hídrico) e com uma magnitude reduzida, uma vez que o efeito de uma situação deste tipo não deverá repercutir-se para além da área exposta.

No que diz respeito à construção do túnel, e apesar de não existir nenhuma captação de água subterrânea no seu trajecto, localizam-se algumas captações na envolvente directa, que deverão ser protegidas durante as obras. Estes pontos de água, sobretudo as nascentes e os poços, põem em ligação directa a



superfície do terreno com o aquífero, pelo que as actividades desenvolvidas na sua envolvente deverão ser devidamente acauteladas para que não constituam focos de contaminação. Se forem tomadas todas as medidas de salvaguarda destes pontos de água, nomeadamente acautelando a introdução de materiais contaminantes no seu interior e na envolvente directa, os impactes durante a sua construção são nulos.

#### 5.4.2.3. Fase de exploração

Nesta fase não são esperadas acções susceptíveis de gerarem impactes sobre o meio hidrogeológico resultantes da exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

#### 5.4.2.4. Fase de desactivação

Não se prevêem impactes significativos sobre os recursos hídricos subterrâneos relacionados com a extracção de qualquer uma das infra-estruturas inerentes ao projecto.

Contudo, e se forem desenvolvidas acções de descompactação dos terrenos poderão vir a ser repostas as condições naturais de infiltração, constituindo impactes positivos, mas pouco significativos e de magnitude reduzida.

No caso do túnel, e se tiverem ocorrido rebaixamentos do nível piezométrico das captações envolventes, deverá verificar-se um novo equilíbrio na posição dos níveis. Esta situação corresponderá a um impacte positivo, significativo e de magnitude reduzida.

### 5.4.3. Síntese

#### Recursos Hídricos Superficiais

Na fase de construção, as principais acções de projecto que podem estar na origem de impactes nos recursos hídricos superficiais são a desmatação, a compactação e consequente impermeabilização dos solos, a movimentação de terras e de maquinaria pesada, bem como a poluição das linhas de água através de descargas de carburantes e outros produtos tóxicos usados na obra e presentes no local (combustíveis, óleos, tintas, etc.).



De uma forma geral, os impactes identificados na fase de construção são negativos mas pouco significativos. Tratam-se de impactes locais, com significado reduzido e que não se afigura virem a comprometer os usos da água nas linhas de água intervencionadas, principalmente se forem adoptadas as medidas de minimização adequadas.

Na fase de exploração, os regimes de escoamentos das linhas de água da área em estudo não serão muito afectados, já que os volumes fornecidos para o consumo são equilibrados com o transvase da bacia do Guadiana.

A razão entre os volumes transferidos e as afluências naturais chega a ser de várias ordens de grandeza sendo, portanto, de esperar que a qualidade da água a ser transferida seja um dos factores com mais influência nos cenários futuros na Bacia do Sado, podendo considerar-se um impacte negativo muito significativo se não existissem medidas mitigadoras e se não forem controlados os níveis de qualidade da água a montante do sistema. A magnitude deste impacte considera-se forte, dada a extensão da área afectada, e o tempo de duração do impacte é de difícil previsão.

Note-se no entanto, que este impacte será significativamente minimizado pela implementação do sistema de segregação das águas transferidas de Alqueva. A segregação das águas das duas bacias, pelo *bypass* do caudal ecológico da ribeira de Odivelas, reduzirá consideravelmente a magnitude e a significância do impacte sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica do Sado.

Com a implementação de dispositivos de *bypass* em todas as albufeiras do Subsistema de Rega de Alqueva na bacia do Sado e a adopção do sistema de gestão descrito no ponto 3.4.5.2, que evitará a mistura das águas em situação de cheia, será mitigado substancialmente o impacte do transvase Guadiana-Sado sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica do Sado.

Existe a possibilidade de nas albufeiras do início da cadeia (Alvito, Monte Novo, etc.) se virem a acentuar os actuais problemas de eutrofização. É para estas albufeiras que se prevêem, à partida, maiores impactes visto que tempos de residência moderados significam geralmente grandes volumes aduzidos e posições no encadeamento próximos do Alqueva, onde ainda não houve consumo de nutrientes. Estes impactes serão negativos, significativos, de média magnitude e de complexa reversibilidade.

A criação de novas áreas de rega associadas ao EFMA na bacia hidrográfica do Sado poderá influenciar o estuário do rio Sado aumentando a concentração de nutrientes e fosfatos introduzidos no estuário, devido às escorrências das áreas beneficiadas pelo regadio. Os resultados obtidos nas simulações parecem sugerir que o estuário possui alguma sensibilidade ao aumento de nutrientes por via fluvial, mas que a situação presente não é preocupante e que um aumento moderado de nutrientes não produzirá uma



situação de eutrofização generalizada. Também aqui a implementação do dispositivo de segregação de águas nas albufeiras do Subsistema de Alqueva na bacia do Sado permitirá mitigar substancialmente os impactes deste projecto sobre o estuário do Sado, já que os caudais provenientes de Alqueva ficarão retidos ao circuito de rega e apenas transitarão nos sistemas lóticos naturais da bacia do Sado (eventualmente atingindo o estuário) após passarem pelos solos dos terrenos beneficiados, pela drenagem natural destes.

### **Recursos Hídricos Subterrâneos**

Os principais factores geradores de impactes estão maioritariamente ligados à fase de construção do projecto, e dizem respeito ao estaleiro, acessos, túnel e condutas. Todas estas actividades apesar de determinarem a redução das áreas de recarga ao longo da sua extensão e de eventualmente poderem originar situações de degradação da qualidade da água subterrânea (sobretudo em caso de acidente), não deverão dar origem a impactes negativos significativos.

Na fase de exploração não se espera a ocorrência de impactes sobre a hidrogeologia decorrentes da exploração do projecto em análise.

Na fase de desactivação esperam-se impactes positivos, embora pouco significativos e de reduzida magnitude, associados à reposição das condições naturais de infiltração, pelas acções de descompactação dos terrenos e também ao equilíbrio dos níveis piezométricos, se tiverem ocorrido rebaixamentos do nível piezométrico das captações envolventes.



## 5.5. Qualidade do Ambiente

### 5.5.1. Introdução

A avaliação de impactes realizada neste descritor baseia-se sobretudo na identificação das principais fontes susceptíveis de causar degradação na qualidade do ar e no ambiente sonoro, das principais actividades geradoras de resíduos, e consequentes problemas ambientais, durante as fases de construção, exploração e desactivação.

### 5.5.2. Qualidade do Ar

Ao nível da qualidade do ar, os impactes ambientais restringem-se à fase de construção, não se prevendo impactes ambientais relevantes durante a fase de exploração. Durante as operações de construção, verificar-se-á um aumento do nível de poeiras (sólidos em suspensão) no ar, o qual será consequência da movimentação de máquinas e equipamentos no local de construção, particularmente no que respeita a:

- Implantação e funcionamento do estaleiro;
- Extracção de inertes nas áreas de empréstimo;
- Desmatação do solo na área de implantação do túnel (troços em cut & cover);
- Construção do túnel;
- Abertura e construção de acessos.

O funcionamento das máquinas e equipamentos provocará ainda um incremento da libertação de poluentes como monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de azoto e hidrocarbonetos. Os níveis de poluição consideram-se contudo bastante diminutos e pontuais, podendo mesmo ser desprezados em função da tipologia do local em que se inserem (reduzido número de fontes de poluição e morfologia do terreno relativamente plana, propiciando uma rápida dispersão dos gases de combustão na atmosfera).

Relativamente à libertação de poeiras, esta verificar-se-á com maior intensidade no Verão, devido ao solo se encontrar mais seco e consequentemente, menos agregado. O facto de se proceder à desmatação do solo em algumas zonas constitui também um factor de potenciação da libertação de poeiras.

Esta afectação da qualidade do ar far-se-á sentir essencialmente a nível local, não se prevendo uma dispersão da poluição capaz de afectar qualquer local residencial. De facto, os ventos predominantes sopram de Noroeste, existindo uma barreira natural imediatamente a Sudeste do projecto, constituída pela elevação de Corte. Esta situação obriga a uma elevação do ar proveniente da Barragem do Loureiro,



onde se localizará a obra de entrada do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, com conseqüente deposição das poeiras na encosta Sudeste do vale da ribeira do Loureiro e/ou dispersão na atmosfera. Por outro lado, as povoações mais próximas encontram-se suficientemente distanciadas do projecto garantindo uma atenuação dos impactes a que as povoações envolventes poderiam estar sujeitas.

Deste modo, os impactes na qualidade do ar na fase de construção consideram-se negativos, de fraca a média magnitude e pouco significativos

Na fase de exploração, e como já foi referido, não se espera a ocorrência de impactes na qualidade do ar decorrente das operações de exploração do projecto em análise. Em relação aos impactes decorrentes das operações de desactivação do projecto, estes serão semelhantes aos da fase de construção, com a atenuante da fase de desactivação se desenvolver num menor período de tempo.

### 5.5.3. Ambiente sonoro e níveis de ruído

À semelhança do que ocorre relativamente à qualidade do ar, também a afectação dos níveis de ruído provocada pelo projecto respeita essencialmente à fase de construção, sendo que na fase de exploração as alterações que se verificarão serão de importância reduzida ou nula.

É expectável que no decorrer da construção das infra-estruturas de projecto se registre um aumento dos níveis de ruído no local das obras, sobretudo devido a:

- Actividades de construção como escavações, terraplenagens e transporte de materiais;
- Circulação de veículos pesados;
- Utilização de máquinas e equipamentos (ex: martelos pneumáticos, compressores e betoneiras).

Também na área utilizada como estaleiro da obra se registará um aumento dos níveis de ruído devido à multiplicidade de actividades realizadas nesse local e sobretudo devido à intensa circulação de veículos automóveis que geralmente aí se verifica.

Regra geral, os níveis de ruído produzidos durante a obra são em alguns períodos bastante elevados (variando entre os 70 dB(A) e os 100 dB(A)), apresentando no entanto um carácter periódico e temporário, ocorrendo pontualmente enquanto duram as acções de construção e cessando após a sua conclusão. Usualmente, as actividades mais ruidosas restringem-se ao período diurno (entre as 7h00 e as 22h00).



Com base no princípio da atenuação do som com a distância para fontes pontuais (como será maioritariamente o caso), segundo o qual, em campo livre, o nível de pressão sonora decresce cerca de 6 dB(A) com a duplicação da distância à fonte de emissão, obteve-se uma aproximação aos níveis de ruído que se poderão vir a fazer sentir na envolvente da obra e estaleiro. O cenário simulado consiste numa situação pessimista em que se verifica um ruído contínuo de 100 dB(A) entre as 7h e as 22h, tendo-se neste caso:

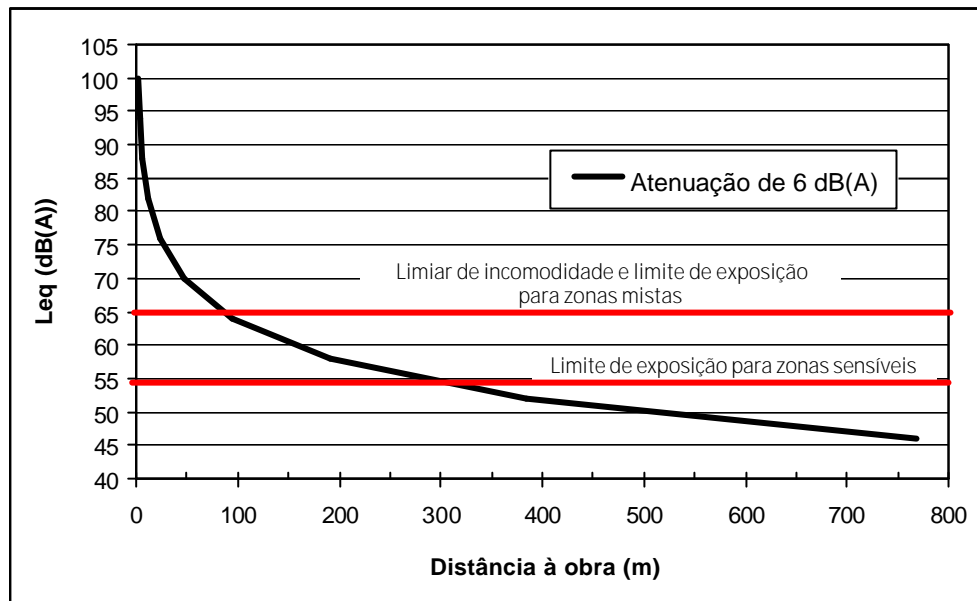


Figura 5.5.1 - Atenuação dos níveis de ruído com a distância à fonte de emissão

Salienta-se que os valores previstos correspondem, como já se referiu, a um cenário pessimista, apenas passível de se verificar em alguns períodos de obra, nomeadamente quando se utilizar os equipamentos ou máquinas mais ruidosas. De referir também que a aproximação utilizada se refere a campo aberto, pelo que na situação real, considerando os efeitos atenuadores da irregularidade do terreno, a diminuição dos níveis de ruído será por certo mais acentuada do que no cenário ensaiado.

De acordo com o gráfico apresentado, verifica-se que a 100 m de distância à obra, o LAeq passará a ser inferior a 65 dB(A), estando deste modo abaixo do limite de exposição definido na nova legislação para zonas mistas, no período diurno. Para distâncias superiores a 300 m, estar-se-á abaixo dos 55 dB(A) (limite definido para zonas sensíveis – inclui as zonas residenciais).

Nos dias em que se realizem operações mais ruidosas poderão existir pontualmente níveis de ruído perturbadores da saúde humana dependendo do tempo médio de exposição, mas que afectarão unicamente os trabalhadores. Este impacto não se considera muito relevante, uma vez que, por princípio,





estes trabalhadores encontram-se protegidos com equipamentos próprios, segundo as normas vigentes de segurança no trabalho.

Os impactes causados na fase de construção sobre o ambiente sonoro consideram-se assim negativos, temporários, de média a forte magnitude e pouco significativos.

Durante a fase de exploração os impactes previstos são nulos. À semelhança do que acontece com a qualidade do ar, os impactes que ocorrerão na fase de desactivação deverão ser idênticos aos que ocorrerão na fase de construção, embora com uma duração de ocorrência mais curta.

#### **5.5.4. Produção e Gestão de Resíduos**

A avaliação de impactes realizada neste descritor baseia-se sobretudo na identificação das principais actividades geradoras de resíduos, e consequentes problemas ambientais, durante as fases de construção, de exploração e de desactivação.

Durante a fase de construção irá ser gerada uma multiplicidade de resíduos sólidos, tipicamente associados à execução de obras desta natureza, com principal destaque para as acções de desmatação, movimentação geral de terras e funcionamento do estaleiro como principais fontes. Os resíduos de obra apresentarão previsivelmente as seguintes tipologias principais:

- Resíduos “verdes”;
- Entulhos diversos e terras excedentárias;
- Óleos usados, restos de lubrificantes e outros produtos utilizados em actividades de manutenção da maquinaria e veículos;
- Resíduos de embalagem (plástico, metal e papel/cartão).

À excepção das terras excedentárias, não é possível nesta fase do projecto estimar as quantidades envolvidas, prevendo-se no entanto que não sejam significativas face à dimensão e natureza da obra. A produção de resíduos perigosos, como os óleos usados, não se prevê também significativa, recomendando-se que as acções de manutenção dos veículos e maquinaria não sejam realizadas na obra. Caso esta acção tenha forçosamente que ocorrer na obra, as medidas preconizadas garantem uma efectiva minimização das suas potenciais incidências.

A disponibilidade de destinos finais na região é boa, devendo os resíduos ser conduzidos ao Aterro Sanitário de Vila Ruiva, em Cuba, pertencente à Associação de Municípios do Alentejo Central (AMCAL),



garantindo deste modo um adequado escoamento da maioria dos resíduos gerados. No caso dos óleos usados, estes podem ser facilmente recolhidos e temporariamente armazenados, procedendo-se posteriormente ao seu transporte para valorização através de empresa devidamente licenciada.

Face ao exposto, a natureza e dimensão da obra não fazem prever uma produção de resíduos que se destaque no âmbito do concelho pelo que, se observadas ainda as medidas de minimização propostas, estão criadas condições para que não ocorram impactes significativos neste descritor. (ver Quadro 5.5.1).

Quadro 5.5.1 – Resíduos identificados na fase de construção

LER	Resíduo	Destino Final
20 02 01	Resíduos “verdes” biodegradáveis	Aterro
20 02 02	Terras e pedras	Aterro
20 01 39	Resíduos diversos de plástico	Ecoponto
20 01 38	Madeira	Fornos de panificação
02 01 08*	Resíduos Agroquímicos contendo substâncias perigosas	Entidade Licenciada
13 01 01* a 13 01 13*	Óleos hidráulicos usados	Entidade Licenciada
13 02 04* a 13 02 08*	Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados	Entidade Licenciada
15 01 01	Resíduos de embalagem de papel e cartão	Ecoponto
15 01 10*	Resíduos de embalagem contaminados com hidrocarbonetos	Entidade Licenciada
15 02 02*	Desperdícios contaminados e filtros de óleo	Entidade Licenciada
15 02 03	Filtros de ar	Entidade Licenciada
16 01 03	Pneus usados	Fornecedor de pneus
16 01 17	Sucata diversa de metais ferrosos	Sucateiro (Operador licenciado)
16 01 18	Sucata diversa de metais não ferrosos	Sucateiro (Operador licenciado)

Nota: Classificação dos resíduos realizada de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), aprovada pela Decisão da Comissão 2001/118/CE, de 16 de Janeiro. Os códigos LER identificados com “\*” são considerados resíduos perigosos.

Relativamente aos efluentes líquidos respeitantes às águas residuais produzidas, as principais fontes serão as lavagens da área de estaleiro e dos veículos e máquinas utilizadas. Deste modo e quanto à sua natureza, estas caracterizar-se-ão essencialmente por elevada carga sólida decorrente do pó e lama acumulada nas viaturas e nos pavimentos, de difícil quantificação.

Um outro efluente será gerado pelas instalações sanitárias, a instalar para serviço dos trabalhadores. Dada a localização da obra, pode eventualmente haver a instalação de infra-estruturas amovíveis, pelo



que os esgotos produzidos serão devidamente armazenados no local. Nestas condições, caso sejam respeitadas as disposições legais para este tipo de infra-estruturas provisórias (Decreto-Lei n.º46427 de 10 de Julho de 1965) não haverá qualquer impacte negativo a assinalar.

Concluindo, face às características da obra prevista e se adoptadas as medidas de minimização recomendadas, que garantem uma eficaz redução das potenciais incidências, não se esperam impactes negativos na produção e gestão de resíduos e efluentes, gerados na fase de obra. De qualquer modo, a produção destas componentes será temporária e limitada ao local.

Na fase de desactivação, em que se considera como cenário eventual a remoção das infra-estruturas de projecto, prevê-se que os impactes ambientais relacionados com este descritor sejam da mesma natureza dos da fase de construção. Todavia, é de esperar que o volume de resíduos nesta fase seja superior, pelo que a magnitude também será relativamente mais elevada que a da fase de construção.

### 5.5.5. Síntese

Ao nível da qualidade do ar, os impactes ambientais restringem-se à fase de construção do túnel, não se prevendo impactes ambientais relevantes durante a fase de exploração. Dadas as condições do local de implantação do projecto e ao carácter sobretudo local dos impactes na qualidade do ar na fase de construção, estes consideram-se negativos, de fraca a média magnitude e pouco significativos.

À semelhança do que ocorre relativamente à qualidade do ar, também a afectação dos níveis de ruído provocada pelo projecto respeita essencialmente à fase de construção, sendo que na fase de exploração as alterações que se verificarão serão de importância reduzida ou nula.

É expectável que no decorrer da construção do túnel se registre um aumento dos níveis de ruído no local. No entanto, como as habitações mais próximas ao projecto se situam a distâncias superiores às consideradas limite, não se prevêem impactes relevantes sobre as populações residentes mais próximas. Os impactes ao nível do ruído causados pela construção do túnel consideram-se assim, negativos, temporários, de média a forte magnitude e pouco significativos.

No que diz respeito aos resíduos e efluentes, a natureza e dimensão da obra não fazem prever uma componente de produção de resíduos e efluentes residuais que se destaque no âmbito do concelho pelo que, se observadas ainda as medidas de minimização propostas, estão criadas condições para que não ocorram impactes significativos neste descritor.



## 5.6. Ecologia, Flora e Fauna

Neste capítulo são identificados e descritos os principais impactes ocorrentes sobre o descritor Ecologia, Flora e Fauna decorrentes da implantação e exploração do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

A estrutura deste capítulo reflecte a abordagem adoptada na caracterização da situação de referência, sendo abordadas de forma separada a avaliação dos impactes sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, dado que o projecto afecta os dois meios de forma qualitativa e quantitativamente diferentes.

Assim, no ponto 5.6.1 são identificados e avaliados os impactes ambientais para os ecossistemas terrestres, procedendo-se à mesma análise no ponto 5.6.2 para os ecossistemas aquáticos.

### 5.6.1. Ecossistemas Terrestres

O projecto em análise corresponde essencialmente a uma infra-estrutura hidráulica linear de transporte, juntamente com as infra-estruturas associadas (estaleiros, acessos, tomada de água, etc.). O Troço de Ligação Loureiro-Alvito tem uma extensão total de cerca de 10 km, de que grande parte se desenvolve sob a forma de um túnel escavado através de perfuração subterrânea.

De acordo com o descrito no capítulo de caracterização, considera-se para a avaliação de impactes que a porção do traçado que será construído através de perfuração não terá impactes relevantes sobre os ecossistemas terrestres, já que não afectará os habitats à superfície na construção ou na exploração.

Assim, as principais acções associadas ao projecto potencialmente geradoras de impactes sobre os Ecossistemas Terrestres são: a obra de tomada de água na albufeira do Loureiro; os estaleiros de apoio à obra; os acessos; os poços de ataque ao túnel; os dois troços em "cut & cover" e o troço final em canal a céu aberto. Nos pontos seguintes são avaliados os impactes por fase de projecto (construção, exploração e desactivação) e por acção geradora de impacte.

#### 5.6.1.1. Fase de Construção

##### *Tomada de água na albufeira do Loureiro*

A obra de tomada de água será construída na margem da albufeira do Loureiro numa área actualmente ocupada por montados de sobre e azinho. A sua construção terá impactes fundamentalmente sobre este habitat e sobre as espécies dele dependentes, implicando o abate de árvores na área directa da sua



implantação. Note-se que apesar do sobreiro e da azinheira serem espécies protegidas, cujo abate é proibido, a EDIA, na qualidade de entidade responsável pela gestão do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (considerado como um empreendimento de interesse nacional - Decreto-Lei 33/95, de 11 de Fevereiro), tem autorização para proceder ao abate destas espécies sempre que tal seja necessário (art. 12º do Decreto-Lei nº21-A/98, de 6 de Fevereiro).

Este impacte é negativo, tratando-se de um impacte permanente sobre um habitat de elevado valor ecológico. No entanto, visto se tratar um impacte localizado e de magnitude reduzida (a área afectada é reduzida) avalia-se como sendo um impacte pouco significativo, considerando ainda a abundante disponibilidade deste habitat na área envolvente.

### *Poços de ataque*

O projecto prevê a execução de três poços de ataque, que se localizam todos em áreas de montados (ver Figura II.14, Volume II). A execução dos poços terá impactes negativos sobre este habitat, podendo implicar o abate de árvores, mas dado se tratar de um impacte muito localizado e de magnitude muito reduzida (o diâmetro dos poços é de apenas 3,7 m), considera-se como um impacte pouco significativo, particularmente se forem tomadas medidas de recuperação da área após a fase de construção.

### *“Cut & Cover”*

O projecto prevê a construção de dois troços pelo processo de “cut & cover”. O primeiro troço tem uma extensão total de 450 m, atravessando uma área de culturas anuais de sequeiro e duas pequenas ribeiras que se encontram desprovidas de vegetação ripícola devido a acções de desbaste realizadas pelos agricultores. A vegetação ripícola destas ribeiras é composta fundamentalmente por herbáceas anuais. As ribeiras serão desviadas durante a construção sendo restaurado o seu traçado após a implantação do túnel.

Esta acção terá impactes negativos durante a fase de construção sobre esta mancha de culturas anuais e sobre as duas ribeiras descritas, tratando-se no entanto de impactes temporários e reversíveis, já que após a construção a situação actual será reposta na totalidade. Considerando ainda o estado de degradação actual da vegetação ripícola das duas ribeiras e ainda a reduzida magnitude (já que apenas uma pequena faixa linear das culturas anuais será afectada), avalia-se este impacte como negativo mas de reduzida significância.

O segundo troço em “cut & cover” localiza-se já perto da secção final do Troço de Ligação, tem apenas 108 m de extensão e atravessa a estrada secundária que estabelece a ligação entre a EN 384 e a EM 531. Apesar da envolvente a este troço ser uma área de montado esparso, este troço em “cut & cover” não terá



qualquer impacte sobre este habitat (não deverá provocar o abate de nenhuma árvore), já que afecta pouco mais do que a estrada e as suas margens artificializadas. Considerando ainda que a perturbação causada por este troço é temporária e reversível, a implantação deste troço terá um impacte quase nulo sobre os ecossistemas terrestres.

### ***Obra de saída***

A obra de saída do Troço de Ligação Loureiro-Alvito implica a construção de dois troços de canal a céu aberto e uma bacia de dissipação com uma extensão total de cerca 900 m (sendo que parte desta extensão se desenvolve já abaixo do NPA da albufeira do Alvito). O canal a céu aberto apresenta maiores impactes do que os troços em túnel e em "cut & cover", já que para além dos impactes durante a fase de construção apresentam ainda impactes durante a exploração do projecto.

Na fase de construção a obra de saída irá afectar várias manchas de habitat (ver Figura II.14, Volume II): a primeira parte da obra (cerca de 235 m) afectará uma área de montado disperso, depois do que a obra atravessa ainda uma área de culturas anuais (numa extensão de cerca de 175 m) e uma área de olival (170 m), sendo o troço final já dentro da albufeira do Alvito (cerca de 320 m da obra localizam-se abaixo do NPA de Alvito).

Os impactes na fase de construção sobre estes habitats implicam fundamentalmente a afectação da área de habitat ocupada pelo canal. No que se refere à mancha de culturas anuais e ao olival trata-se de impactes negativos de magnitude reduzida e pouco significativos, dada a reduzida extensão afectada. Em relação à mancha de montado afectada, e embora se trate de um habitat de maior valor ecológico, considera-se também ser um impacte pouco significativo, já que o traçado do canal irá provocar o abate de um número restrito de árvores, o que se deve não só à reduzida extensão mas também à relativamente baixa densidade do coberto arbóreo nesta mancha.

### ***Acessos***

Em relação aos acessos, o projecto de execução prevê a construção de acessos definitivos à tomada de água e à obra de saída. Serão ainda construídos acessos provisórios ao troço intermédio em "cut & cover" e aos três poços de ataque.

Parte destes acessos será construída aproveitando e melhorando acessos existentes actualmente. Nesta situação encontra-se a quase totalidade do acesso à tomada de água, parte do acesso temporário ao troço em "cut & cover" e a quase totalidade do acesso à obra de saída.



Na avaliação de impactes dos acessos é necessário fazer distinção entre os acessos permanentes e temporários, já que no caso dos acessos temporários os impactes são reversíveis, podendo ser restaurada a situação actual, se forem implementadas medidas de recuperação da área afectada.

Em relação ao acesso permanente à tomada de água na albufeira de Loureiro este terá uma extensão total de quase 2km sendo coincidente na maior parte do traçado com caminhos já existentes que servem o Monte da Formiga, que serão ampliados (o acesso terá 2 vias com 2 m de largura cada). Os últimos 700 m do traçado, no entanto, atravessam uma área de montado, sendo de facto a envolvente a toda a via composta por montados densos de sobre e azinho com áreas onde se verifica um sub-coberto arbustivo.

Este acesso terá assim impactes sobretudo sobre o habitat montado, com abate de árvores adultas e com a fragmentação deste habitat pela presença da estrada, em particular no último troço que não é coincidente com caminhos já existentes. Da mesma forma, também a ampliação dos caminhos já existentes irá provocar o abate de árvores. Considerando o bom estado de conservação desta mancha de montado, e tendo em conta que o impacte é permanente, avalia-se o impacte desta via sobre os ecossistemas terrestres como negativo, de magnitude reduzida a moderada e pouco significativo a significativo. Considera-se que a significância deste impacte é reduzida pela grande disponibilidade deste habitat existente na área envolvente ao acesso.

Em relação ao acesso definitivo à obra de saída, a maioria do seu traçado desenvolve-se sobre caminhos em bom estado já existentes. Parte do traçado atravessa ainda a mesma mancha de montado disperso afectada pelo canal a céu aberto, sendo o acesso paralelo ao canal. Dado se tratar de um montado disperso deverá ser possível construir o acesso sem recorrer ao abate de qualquer árvore, desde que este aspecto seja assegurado durante a construção do acesso. Avalia-se por isso o impacte deste acesso sobre os ecossistemas terrestres como negativo, mas de magnitude e significância reduzidas.

Em relação aos acessos temporários, os acessos aos poços de ataque atravessam áreas de montado (780 m de extensão no total dos três acessos), enquanto os acessos ao traçado em “cut & cover” desenvolve-se sobre caminhos já existentes e sobre uma mancha de culturas anuais de sequeiro. Nestes acessos temporários considera-se que, se forem implementadas medidas de recuperação das áreas afectadas, os impactes serão temporários e reversíveis, sendo ainda as extensões de habitat afectadas reduzidas, pelo que se considera impactes de magnitude reduzida e pouco significativos.

#### ***Estaleiros e movimentações de máquinas e trabalhadores***

No que se refere aos estaleiros a sua localização ainda não se encontra definida, pelo que não é possível avaliar os impactes da sua implantação e exploração sobre os ecossistemas terrestres. Recomenda-se



assim que a escolha para a localização dos estaleiros leve em consideração os aspectos ecológicos. Em particular não deverá ser afectada nenhuma zona de montado para a implantação dos estaleiros.

Quanto aos impactes decorrentes da movimentação de máquinas e trabalhadores, e de outras acções associadas ao processo construtivo, estarão fundamentalmente relacionados com a perturbação das populações animais, sendo neste aspecto pouco significativos, já que são temporários e reversíveis. Esta avaliação considera que serão tomadas todas as medidas de boa gestão ambiental da obra, incluindo a limitação total da movimentação das máquinas aos acessos construídos para o efeito.

### 5.6.1.2. Fase de Exploração

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito terá impactes reduzidos sobre os ecossistemas terrestres durante a fase de exploração dado ser uma infra-estrutura maioritariamente subterrânea. As únicas componentes de projecto que terão impactes sobre a ecologia terrestre na fase de exploração serão os acessos definitivos e a obra de saída, particularmente os troços de canal a céu aberto.

Em relação aos acessos definitivos, estes terão impactes de fragmentação dos habitats afectados (essencialmente montados), podendo provocar ainda um aumento da mortalidade dos vertebrados terrestres por atropelamento. No entanto, dado que se tratarão de vias com tráfego muito reduzido, já que serão vias secundárias sem grande utilização para além da manutenção das estruturas, estes impactes serão de magnitude e significância reduzida.

A obra de saída terá efeitos semelhantes sobre a mancha de habitat afectada, podendo exercer um efeito reduzido de fragmentação de habitats (reduzido porque se trata de um canal de reduzida extensão) para algumas espécies e poderá ainda aumentar a mortalidade dos vertebrados terrestres por afogamento. O aumento da mortalidade será minimizado grandemente pelo facto deste troço possuir uma bacia de dissipação, que reduzirá significativamente a velocidade da água a jusante da bacia, facilitando o escape de espécimes que eventualmente caiam no canal. Estes impactes avaliam-se assim como de magnitude reduzida e pouco significativos.

### 5.6.1.3. Fase de Desactivação

Os impactes na fase de desactivação são difíceis de prever dado se desconhecer de que forma o projecto seria desactivado. Se as infra-estruturas subterrâneas se mantiverem, como parece ser a opção mais provável, os impactes da desactivação serão reduzidos, limitando-se à perturbação temporária da actividade de desactivação das estruturas. No caso específico dos troços em canal a céu aberto recomenda-se a sua remoção, já que poderão representar uma armadilha se permanecerem após a desactivação.





## 5.6.2. Ecossistemas Aquáticos

Os Ecossistemas Aquáticos são um dos descritores potencialmente mais afectados pela implementação e exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, fundamentalmente devido à acção de transferência de água Guadiana-Sado, necessária para a implementação do Subsistema de Rega de Alqueva e que se consoma através do projecto em análise.

Os impactes sobre os Ecossistemas Aquáticos podem ser diferenciados, assim, em dois grandes grupos: os impactes ocorrentes na fase de construção, devido às várias acções construtivas, e os impactes da fase de exploração, associados com o Transvase Guadiana-Sado.

### 5.6.2.1. Fase de Construção

Na fase de construção, entre as várias componentes do projecto, apenas o primeiro troço em “cut & cover” (de extensão 450 m) e a obra de saída terão impactes potenciais directos sobre os ecossistemas aquáticos.

O primeiro dos dois troços em “cut & cover” que serão implantados atravessa duas pequenas ribeiras no seu percurso. A construção desta infra-estrutura implicará o desvio temporário destas duas ribeiras, sendo que estas serão restabelecidas no seu leito natural após o término desta fase operativa do projecto.

Esta acção terá impactes óbvios sobre estas duas ribeiras, já que perturbará directamente o troço afectado, e indirectamente toda a ribeira, interrompendo durante a fase de construção a continuidade ecológica entre os troços a montante e a jusante da obra.

As duas ribeiras afectadas são, no entanto, duas pequenas linhas de escorrência de carácter intermitente e que se encontram desprovidas de vegetação ripícola devido a acções de desbaste realizadas pelos agricultores, sendo a vegetação das margens composta fundamentalmente por herbáceas anuais. Estas duas pequenas linhas de água, apresentam por isso reduzida importância ecológica, não só pela reduzida capacidade de sustentação que apresentam, mas também porque a sua vegetação ripícola se encontra degradada por acção humana. Com base nestas considerações considera-se que o impacto sobre estas duas ribeiras, apesar de negativo, é de magnitude muito reduzida e pouco significativo.

No que respeita à obra de saída para a albufeira de Alvito, esta interceptará uma linha de água natural no seu troço terminal, já dentro do corpo de água da albufeira. Apesar desta intercepção presumivelmente vir trazer algum nível de perturbação à referida ribeira, o facto desta perturbação se verificar já abaixo do NPA da albufeira de Alvito implica que a ribeira afectada já não exerce a função de um ecossistema lótico, mas é sim parte integrante do ecossistema lêntico da albufeira do Alvito. Neste sentido, o impacto da



intercepção da linha de água considera-se como negativo, mas de magnitude e significância muito reduzidas.

Para além dos impactes referidos, não se espera a afectação directa de mais nenhum ecossistema aquático pela implementação das componentes de projecto. No entanto é presumível que a instalação e exploração dos estaleiros, a construção de acessos e toda a movimentação de máquinas e trabalhadores resultantes das actividades construtivas possam gerar impactes indirectos sobre os ecossistemas aquáticos. Entre estes os de maior probabilidade de ocorrência são perturbações do leito de ribeiras e degradação da vegetação ripícola pela movimentação das máquinas e trabalhadores e a poluição química e orgânica de linhas de água pelo derrame accidental de qualquer substância poluente e pelo aumento da erosão e da emissão de poeiras.

A magnitude e significância destes impactes, que serão sempre negativos, poderá variar consideravelmente consoante o tipo de gestão que for efectuado nos estaleiros e nas frentes de obra. Caso sejam implementadas todas as medidas de boa gestão ambiental que são definidas no capítulo das Medidas de Mitigação Ambiental, considera-se que os impactes serão de magnitude e significância reduzidas.

### 5.6.2.2. Fase de Exploração

Na fase de exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito será concretizada a transferência dos caudais da bacia do Guadiana para a bacia do Sado, através da ligação das albufeiras do Loureiro e do Alvito. Estes caudais são provenientes da albufeira de Alqueva e têm o objectivo de beneficiar os blocos de rega do Subsistema de Rega de Alqueva.

Esta acção gerará vários impactes sobre os Ecossistemas Aquáticos, que foram já alvo de análise detalhada em dois estudos anteriores: o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito* (NEMUS, 1998) e o *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva - Bloco do Baixo Alentejo* (FBO, 2001).

Ambos os estudos detectaram impactes de magnitude e significância potencialmente muito elevada, tendo também ambos reforçado a necessidade do desenvolvimento e implementação de medidas de mitigação adequadas, tendo sido também este o sentido do parecer da CAIA ao EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva. Considerando que os impactes da Transferência Guadiana-Sado foram já alvo de um considerável esforço no sentido da sua identificação e avaliação, o foco principal do descritor Ecossistemas Aquáticos no presente EIA não será a repetição das análises já efectuadas, mas sim o



desenvolvimento de medidas de mitigação, aspecto que é abordado de forma extensiva no sub-capítulo 6.7.2.

Ainda assim, realiza-se no presente capítulo uma síntese dos principais impactes potenciais incidentes sobre os Ecossistemas Aquáticos da bacia hidrográfica do Sado, decorrentes da exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, com a realização da Transferência de Água Inter-Bacias Guadiana-Sado (referido daqui em diante por IBT Guadiana-Sado, da nomenclatura inglesa):

- ***As águas que serão transferidas para a bacia do Sado apresentarão tendencialmente uma elevada carga de nutrientes.*** A transferência para a albufeira do Alvito, e para os sistemas da bacia do Sado a jusante, de enormes massas de água de elevado conteúdo em nutrientes e de qualidade meso-eutrófica a partir da bacia do Guadiana acarretará diversos impactes limnológicos. Entre os impactes que podem estar associadas à introdução desta carga orgânica encontram-se a eutrofização da albufeira do Alvito e a perturbação dos equilíbrios ecológicos estabelecidos nessa albufeira e nos sistemas a jusante. Na albufeira do Alvito prevê-se, mais especificamente, a remobilização e regeneração interna do fósforo dos sedimentos, a desoxigenação parcial ou total do hipolimnion, a diminuição da transparência da água, e a substituição das comunidades fitoplanctónicas actualmente dominadas por algas cloroficianas por comunidades dominadas por populações de algas azuis (cianobactérias) que se expandirão em magnitude e período de dominância, com aumento geral da densidade, biomassa e biovolume;
- ***A incorporação da massa de água em trânsito no circuito do IBT na albufeira do Alvito afectará irreversivelmente o funcionamento deste ecossistema aquático.*** O trânsito dos caudais provenientes de Alqueva pela albufeira do Alvito diminuirá o tempo médio de retenção nesta albufeira dos actuais 4 anos para 1 a 3 meses, afectando a estabilidade da estratificação térmica e tornando mais instável todo o sistema lénico. Esta instabilidade reflectir-se-á na estrutura e integridade das populações vegetais e animais existentes, incluindo colonização de habitats, alimentação e recrutamento. É de prever a redução acentuada dos macrófitos litorais dos habitats litorais, com igual depressão das populações de macrobentos. As comunidades piscícolas resultarão bastante afectadas (por redução das zonas de abrigo, desova e alimento), bem como as actividades piscatória e de lazer;
- ***Finalmente, através do IBT Loureiro-Alvito, existe a possibilidade de passagem de espécies animais e vegetais aquáticas entre as bacias do Guadiana e do Sado.*** Esta possibilidade aplica-se a vários grupos biológicos, incluindo plâncton, macrófitos, macroinvertebrados, ictiofauna e mesmo vectores de doenças da ictiofauna.



A microvegetação aquática apresenta um relativo cosmopolitismo e uma distribuição de escala espacial ampla, nomeadamente o fitoplâncton e o fitobentos, pelo que a passagem de propágulos não coloca problemas, antes se processa naturalmente a uma escala regional.

Semelhantemente, a componente macrofítica das bacias do Guadiana e do Sado, bem como a restante vegetação aquática e ribeirinha, apresenta grandes similaridades, pelo que a sua passagem pelo IBT não é considerada problemática, incluindo se considerarmos apenas a componente de espécies exóticas da bacia do Guadiana, que podem igualmente ser encontradas na bacia do Sado.

Em outras componentes do sistema, como os macroinvertebrados bentónicos, também se constata uma diferença pouco expressiva das diferenças entre a fauna das duas bacias, pelo que também aqui não se prevê a ocorrência de impactes significativos.

No que diz respeito à ictiofauna, no entanto, e ao contrário das outras comunidades aquáticas, como o plâncton, macrófitos e macroinvertebrados, compostas maioritariamente por espécies de distribuição regional alargada, o elenco ictiofaunístico das duas bacias é substancialmente diferente, dada a sua evolução em condições de isolamento geográfico.

Em termos teóricos e tendo por base o que é conhecido sobre as características comportamentais e ecológicas das espécies em questão é possível que os representantes dos géneros *Barbus* e *Chondrostoma* das duas bacias possam hibridizar entre si. Esta situação é potencialmente mais grave no que se refere a *Chondrostoma lusitanicum* – cuja espécie congénere mais próxima se encontra na ribeira do Loureiro, a *Chondrostoma lemmingii* (Collares-Pereira, 1983), e menos para *Barbus bocagei* e para *Chondrostoma polylepis*, dadas as grandes áreas de distribuição que apresentam em Portugal. Além das duas bogas de boca curva, o *Squalius alburnoides* também pode representar problema por apresentar diferenças genéticas significativas entre as duas bacias (FBO, 2001).

Em relação às patologias de populações piscícolas, esta componente encontra-se ainda pouco estudada, e a ocorrência de dispersão destas por IBT, embora correntemente referidas, não foi ainda demonstrada, pelo que a avaliação deste potencial impacte é de elevada incerteza.

Os impactes são descritos como negativos e de magnitude e significância elevadas. No entanto, refere-se que a probabilidade da sua ocorrência efectiva, bem assim como a sua magnitude e significância, variarão consideravelmente consoante o sucesso das medidas de mitigação ambiental a implementar.

O projecto em análise introduz já uma das principais medidas mitigadoras aos impactes potenciais identificados – o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito (que posteriormente será também implantado nas restantes albufeiras do subsistema de Alqueva na bacia do Sado). A



implementação deste dispositivo, associada à adopção de um modelo de gestão adequado para todo o subsistema, conforme o apresentado na descrição de projecto, poderá garantir a segregação das águas das duas bacias, restringindo a água proveniente de Alqueva à circulação no circuito hidráulico do subsistema de rega.

Esta segregação mitigará eficazmente a maioria dos impactes relacionados com a qualidade da água, já que a carga de nutrientes proveniente de Alqueva já não será transmitida aos meios lóticos naturais da bacia do Sado, sendo que apenas após a passagem pelos solos das manchas de regadio é que estes recursos hídricos serão incorporados naturalmente por drenagem nos meios hídricos naturais da bacia do Sado. Os efeitos de eutrofização nas albufeiras do subsistema na bacia do Sado manter-se-ão, no entanto.

Em relação à passagem de organismos entre as bacias, o dispositivo de segregação de águas será também um poderoso auxílio ao dificultar que algum peixe que passe para a albufeira do Alvito (ou outras albufeiras a jusante no sistema) transite para os sistemas lóticos da bacia do Sado.

De facto, assumindo que todas as acções cautelares que se apontam no capítulo das medidas de mitigação de impactes são implementadas com sucesso, e que seja realizada a sua manutenção e monitorização durante a fase de exploração, considera-se que a magnitude e significância dos impactes descritos reduzir-se-á consideravelmente.

### 5.6.3. Síntese

Os impactes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito sobre os ecossistemas terrestres são consideravelmente minorados pelo facto de grande parte do traçado se desenvolver subterraneamente. Devido a isto, o projecto terá impactes muito reduzidos na fase de exploração, limitando-se assim os principais impactes aos que decorrem na fase de construção das infra-estruturas, com excepção dos troços construídos em perfuração subterrânea que terão impactes nulos ou desprezíveis.

O principal impacte é assim a destruição de habitats pela implantação da tomada de água, da obra de saída, dos troços em “cut & cover” e dos acessos. Estes impactes foram no entanto avaliados na sua maioria como pouco significativos, dado a área afectada ser reduzida, exceptuando-se o acesso definitivo à tomada de água que foi avaliado como pouco significativo a significativo.

Em relação aos ecossistemas aquáticos, prevê-se a ocorrência de impactes negativos, mas de magnitude e significância reduzidas, na fase de construção, em consequência das actividades construtivas. Entre estes impactes contam-se o desvio temporário de duas pequenas ribeiras, a intercepção de um troço de linha de



água pela obra de saída, já no interior da albufeira do Alvito, e a degradação eventual de linhas de água pela movimentação de máquinas e trabalhadores, e pelas actividades dos estaleiros e frentes de obra, incluindo perturbação dos leitos, degradação da vegetação ripícola e poluição química e orgânica por derrames acidentais, aumento da erosão e deposição de poeiras.

Na fase de exploração, o transvase Guadiana-Sado apresenta impactes potenciais importantes sobre os ecossistemas aquáticos, relacionados com a transferência de grandes massas de água com elevada carga de nutrientes para a albufeira de Alvito, com a transformação do funcionamento hídrico e ecológico da albufeira de Alvito pela incorporação dos caudais em trânsito no Subsistema de Alqueva e com a possibilidade de passagem de organismos da bacia do Guadiana para a bacia do Sado, dos quais o impacte mais grave ocorre sobre a ictiofauna.

Estes impactes são negativos, sendo potencialmente de magnitude e significância muito elevada. A implementação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito mitigará consideravelmente, no entanto, alguns desses impactes pela garantia de segregação das águas das duas bacias. No capítulo das medidas de minimização são ainda definidas um conjunto de medidas de mitigação acessórias.

A aplicação com sucesso, e a subsequente manutenção e monitorização, das medidas de mitigação ambiental propostas no presente EIA, permitirá reduzir consideravelmente a magnitude e a significância do impacte residual. Em particular no que concerne à passagem de organismos, a probabilidade de passagem será substancialmente reduzida.



## 5.7. Paisagem

### 5.7.1. Introdução

Da análise da situação de referência conclui-se que a paisagem da área onde se pretende implementar o Troço de Ligação Loureiro-Alvito possui uma qualidade visual média a elevada, nas zonas onde serão construídas e exploradas as infra-estruturas. Por outro lado, as infra-estruturas previstas inserem-se em zonas com visibilidade que varia de reduzida a elevada, sendo abrangidas por todas as unidades e subunidades de paisagem definidas.

Os impactes visuais esperados estão relacionados com a visibilidade, com a qualidade visual e com as características das unidades de paisagem onde se integrarão as intervenções a efectuar. Estes factores constituem critérios de referência para evidenciar as acções que degradarão a paisagem, contribuindo para a determinação da intensidade e qualidade dos impactes esperados. É de realçar que, como a qualidade visual é quase uma constante, não será um factor determinante na diferenciação de impactes visuais. Assim, estes serão essencialmente determinados pelos restantes factores.

Seguidamente apresenta-se a avaliação dos impactes esperados nas fases de construção, de exploração e de desactivação do projecto.

### 5.7.2. Fase de Construção

#### 5.7.2.1. Introdução

Na fase de construção realizar-se-ão alterações na paisagem relacionadas com a preparação das obras e com a construção das infra-estruturas previstas. Neste âmbito, analisaram-se as seguintes acções de projecto:

- a instalação e exploração dos estaleiros durante a fase de obra;
- a preparação do terreno para as obras;
- a construção de acessos;
- a construção das infra-estruturas associadas ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito;

É de referir que, em termos gerais, durante a fase de obra todos os locais sujeitos à construção de infra-estruturas apresentarão um aspecto visual degradado, sendo alterada a percepção da paisagem a um nível local.



### 5.7.2.2. Instalação e exploração dos estaleiros

A zona de estaleiros de apoio à obra não se encontra definida no Projecto de Execução do Túnel Loureiro-Alvito. Por esse motivo, a avaliação dos impactes esperados com a sua implementação terá um fundamento teórico e não aplicado à realidade do local onde se implantarão na altura de execução da obra.

Considerando que na área de estudo não se encontram zonas construídas ou predominantemente artificializadas, parte-se do princípio que os estaleiros se deverão implantar sobre zonas actualmente permeáveis e com vegetação, seja natural ou relacionada com as actividades agrícolas. Neste âmbito, a implantação dos estaleiros deverá ter os seguintes efeitos sobre a área onde ficarão localizados:

- a movimentação de terras, podendo existir uma alteração da morfologia do terreno;
- a destruição do coberto vegetal existente, conduzindo à redução da complexidade biofísica local;
- a alteração do uso do solo na área afectada;
- a construção/implantação das estruturas que constituirão o estaleiro e que se destacarão na paisagem envolvente pelo seu carácter construído e volumetria.

Os impactes relacionados com os factores referidos serão negativos e tanto mais significativos quanto maior for o valor ecológico e os declives da área afectada, dado que implicará à partida maiores movimentações de terra e uma alteração relevante das condições actuais do terreno e consequentemente da paisagem.

Neste contexto, a localização mais adequada para a instalação dos estaleiros será na unidade zonas aplanadas ou zonas onduladas e na subunidade paisagem agrícola anual.

Por outro lado, os impactes visuais provocados pela presença dos estaleiros serão tanto maiores quanto mais visível for a zona onde se enquadrarem.

No que respeita à exploração dos estaleiros, na altura de execução da obra, esta acção levará a que se verifique um acréscimo da movimentação de veículos pesados e ligeiros associados à obra, assim como a necessidade de zonas para depósito de materiais, etc., na zona onde ficarão implantados, causando um acréscimo das alterações já previstas das condições de visualização da paisagem nesse local.

Para os casos referidos, os impactes relacionados com a implantação e exploração dos estaleiros serão negativos, pouco significativos, de magnitude reduzida (dada a área relativamente reduzida que ocuparão os estaleiros), directos, temporários (porque cessarão com o final da obra), certos, de âmbito local,





imediatos e reversíveis (dado que deve ser reposta a situação original após o desmantelamento e remoção dos estaleiros).

### 5.7.2.3. Preparação do terreno

A preparação dos terrenos consistirá na sua limpeza, na realização de decapagens e das movimentações de terra necessárias para a construção das infra-estruturas previstas.

Com estas acções existirão impactes negativos principalmente relacionados com as necessidades de movimentação de terras e de destruição do coberto vegetal existente, à semelhança do que já foi referido no caso dos estaleiros. Também neste caso, os impactes negativos esperados serão tanto mais significativos quanto maior for o valor ecológico das áreas abrangidas, quanto maiores forem os declives e quanto mais visível estiver a área em questão. Por outro lado, prevê-se que as zonas sujeitas a estas operações ficarão com o solo nu durante o tempo necessário à execução das obras.

Neste contexto, e considerando as características das áreas onde se implementarão as diversas infra-estruturas previstas e em função da sua dimensão, pode concluir-se que:

- no caso dos troços do túnel a construir em "cut & cover" e dos respectivos acessos, apesar das condições biofísicas serem favoráveis (zona aplanada e subunidade de paisagem agrícola anual), dado a visibilidade elevada dessa área devido à proximidade de uma estrada principal, os impactes negativos esperados serão significativos em termos visuais e de magnitude reduzida (devido à pequena dimensão da obra);
- no caso da tomada de água, dos poços de ataque 1, 2 e 3, da obra de saída do túnel e dos respectivos acessos, os impactes esperados serão predominantemente negativos e significativos (devido à afectação de uma áreas florestais e com culturas permanentes e/ou à sua implantação sobre áreas com declives pronunciados), e de magnitude reduzida (devido às relativamente reduzidas áreas em questão);
- no caso do canal céu aberto, apesar deste ser medianamente visível, considera-se que a preparação do terreno terá impactes negativos mas pouco significativos e de magnitude reduzida, dado ser uma infra-estrutura que ocupará uma pequena área, podendo não ser necessárias alterações significativas do uso do solo presente, mesmo quando aquele for coincidente com culturas permanentes;

Todos os impactes referidos serão directos, temporários, certos, e de âmbito local, fazendo-se sentir praticamente só nas zonas envolventes àquelas onde se implantarão as infra-estruturas.



#### 5.7.2.4. Construção dos acessos

No que respeita aos acessos que serão efectuados para aceder à obra, para além dos impactes relacionados com a preparação do terreno (já tratados), esperam-se outros ligados à construção das vias propriamente ditas.

No entanto, dado a pequena extensão dos acessos e o facto das áreas onde estes se implantarão já estarem artificializadas devido à preparação do terreno, considera-se que as operações de construção dos pavimentos terão impactes negativos, mas pouco significativos e de magnitude reduzida. Serão ainda locais, reversíveis e temporários, nos casos em que os acessos forem provisórios, e permanentes no que respeita às alterações efectuadas na paisagem, quando se trate de acessos a manter na fase de exploração.

É de referir que, em termos visuais, se operarão movimentações de veículos e de máquinas afectas à obra, que causarão necessariamente impactes negativos em termos visuais, que serão também pouco significativos, de magnitude reduzida, directos, temporários, certos, locais e reversíveis.

#### 5.7.2.5. Construção das infra-estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito

No que respeita à construção das infra-estruturas da obra de ligação Loureiro-Alvito, pode referir-se que:

- no caso da **infra-estrutura em túnel** não se prevêem impactes na paisagem, dado que esta não ficará visível;
- no caso do **canal a céu aberto**, assim como da parte do túnel que será efectuada em “**cut & cover**”, durante a sua construção permanecerão no terreno corredores artificializados e que se encontrarão com um aspecto degradado enquanto a obra estiver a decorrer. Os impactes esperados no caso do canal a céu aberto serão negativos, mas pouco significativos e de magnitude reduzida, visto tratar-se de uma estrutura que ficará abaixo do nível natural do terreno (não ficando por isso muito visível) e por não ter uma extensão muito grande. No caso da parte do túnel que se efectuará em “**cut & cover**”, apesar da visibilidade do terreno nessa zona, considera-se que os impactes negativos relacionados com a sua construção serão também pouco significativos dado que as obras também se operarão predominantemente abaixo do nível do terreno natural, não ficando por esse motivo visíveis durante a maior parte do tempo;
- no caso **dos poços de ataque 1, 2 e 3**, a sua construção verificar-se-á quase sempre a um nível subterrâneo, não sendo provocados impactes. No entanto, no caso da estrutura de entrada, esta ficará a cerca de 3 metros acima do solo, mas dada a sua largura reduzida (5,1



metros), considera-se que a sua construção, assim como da vedação na sua envolvente (perímetro de 15x15m) terão impactes negativos, mas pouco significativos e de magnitude reduzida. Os impactes mais significativos em termos paisagísticos prendem-se com a sua utilização com muita frequência durante a fase de obra para efectuar a parte da infra-estrutura em túnel, à qual estará associada uma grande movimentação de máquinas e o provável depósito de materiais. Esta situação provocará impactes negativos, mas que serão pouco significativos devido à fraca exposição visual destas zonas.

- no caso da **tomada de água**, a construção desta infra-estrutura de dimensão considerável, que se implantará acima do nível do terreno natural, levará a que a zona onde se encontra fique com um aspecto bastante degradado até ao final da sua construção. No entanto, dado encontrar-se na subunidade de paisagem florestal, não estando por isso muito exposta visualmente, espera-se que os impactes sejam negativos, pouco significativos e de magnitude média (dada a dimensão da área afectada pela estrutura). Serão ainda directos, temporários quanto à execução da obra e permanentes quanto ao seu resultado, de âmbito local e irreversíveis no tempo de vida do projecto;
- no que respeita à **obra de saída do túnel**, a sua construção implicará um conjunto de acções complexas e com alguma dimensão, provocando impactes negativos na paisagem, devido à degradação em que se encontrará a área até à conclusão da obra. Dado a área onde se efectuará a obra de saída do túnel ser envolvida predominantemente pela subunidade de paisagem agrícola permanente, não será muito visível a partir da envolvente, com excepção para um caminho secundário que passa nas proximidades. No entanto, considera-se que desde que sejam tomadas medidas de integração paisagística das estruturas visíveis, os impactes previstos serão negativos, pouco significativos e de magnitude reduzida. Serão ainda directos, temporários (no caso da execução da obra), permanentes (no que respeita ao resultado final da obra), certos e de carácter local.

### 5.7.3. Fase de Exploração

#### 5.7.3.1. Introdução

Na fase de exploração operar-se-ão alterações na paisagem decorrentes da presença de novas infra-estruturas. Consideraram-se como base para a avaliação as seguintes infra-estruturas de projecto:

- acessos;
- infra-estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito;



### 5.7.3.2. Acessos

Os acessos que permanecerão após a execução da obra passarão a constituir elementos estruturantes e permanentes na paisagem. Como tal, e dado que as acções que provocaram a degradação da paisagem se efectuaram na fase de obra, esperam-se impactes nulos desde que a transição destes para o meio rural e/ou natural envolvente seja um factor considerado através da sua integração paisagística.

### 5.7.3.3. Infra-estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito

Relativamente às infra-estruturas associadas ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, considera-se que os impactes relacionados com a presença do túnel (quer os troços em perfuração quer os troços em "cut & cover") serão nulos, dado que este não será visível a partir da envolvente.

No que respeita aos poços de ataque, espera-se que os impactes relacionados com a sua intrusão na paisagem sejam negativos, pouco significativos e de magnitude reduzida, acabando por se tornar nulos devido à sua integração progressiva pelos observadores mais frequentes na imagem normal da paisagem. Estes impactes serão ainda locais e minimizados, se as zonas dos poços de ataque forem integradas paisagisticamente.

No que respeita ao canal a céu aberto, à tomada de água e à obra de saída do túnel, estas estruturas implantar-se-ão na paisagem de forma mais ou menos evidente, dependendo da sua dimensão e da exposição visual.

Assim, no caso da tomada de água, visto encontrar-se numa zona pouco exposta visualmente e ter uma dimensão considerável, a sua presença terá associados impactes visuais negativos, mas pouco significativos e de magnitude reduzida.

No caso da obra de saída do túnel, apesar de estar medianamente exposta visualmente devido à proximidade de uma estrada, o facto de se encontrar no interior da subunidade paisagem agrícola permanente e a possibilidade de a integrar paisagisticamente leva a que os impactes esperados sejam semelhantes aos anteriores. O mesmo acontece com o canal a céu aberto, mas neste caso por se tratar de uma infra-estrutura que se encontrará abaixo do nível do terreno natural.

No entanto, é de referir que os impactes visuais esperados devido à presença destas infra-estruturas serão minimizados com o tempo devido ao facto daquelas infra-estruturas progressivamente tornarem-se parte da imagem normal da paisagem da área de estudo.



## 5.7.4. Fase de Desactivação

### 5.7.4.1. Introdução

Esta fase é avaliada de forma mais sucinta que as anteriores, uma vez que não se encontra prevista através de acções concretas, não existindo um cenário específico para analisar. Neste contexto e dadas as lacunas de conhecimento acerca do estado em que se encontrará a paisagem nessa altura é difícil estimar os impactes relacionados com a desactivação do projecto. Por este motivo, considerou-se um cenário para avaliação com base nas seguintes acções:

- desmantelamento e remoção das infra-estruturas associadas à obra de ligação Loureiro - Alvito;
- manutenção dos acessos;

### 5.7.4.2. Desmantelamento e remoção das infra-estruturas associadas à obra de ligação Loureiro – Alvito

No caso do desmantelamento das infra-estruturas associadas à obra de ligação Loureiro-Alvito esperam-se potencialmente impactes semelhantes aos previstos na fase de construção, que terão efeitos sobre as áreas que lhes estão adjacentes, visto as zonas a afectar serem idênticas assim como o tipo de acções ou de degradações provocadas na paisagem.

No entanto, nesta fase será necessária a implementação de medidas de recuperação das áreas onde forem efectuados desmantelamentos, porque caso contrário o grau de significância dos impactes será maior que na fase de construção. Neste contexto, a desactivação das infra-estruturas deverá prever a recuperação paisagística e biofísica das áreas afectadas e da sua envolvente.

### 5.7.4.3. Manutenção dos acessos

Com a manutenção dos acessos esperam-se impactes idênticos aos previstos na fase de exploração para estas infra-estruturas.

## 5.7.5. Síntese

Na fase de construção, os impactes na paisagem associados à construção da obra de ligação Loureiro-Alvito estão relacionados com:



- a instalação e exploração dos estaleiros durante a fase de obra (impactes negativos, pouco significativos, de magnitude reduzida, temporários, de âmbito local e reversíveis);
- a preparação do terreno para as obras (impactes negativos, pouco significativos a significativos, de magnitude reduzida, temporários e de âmbito local);
- a construção de acessos (impactes negativos, pouco significativos, de magnitude reduzida e locais);
- a construção das infra-estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (impactes nulos no caso da infra-estrutura em túnel, e negativos, pouco significativos e de magnitude reduzida a média nos restantes casos);

No que respeita à fase de exploração, os impactes esperados na paisagem estão relacionados com a presença e utilização:

- dos acessos (impactes nulos)
- das infra-estruturas associadas ao troço de ligação Loureiro-Alvito (nulos, no caso do túnel e negativos, pouco significativos e de magnitude reduzida nos restantes casos);

Da comparação da situação actual (alternativa zero) com a alternativa de projecto podem tirar-se as seguintes conclusões:

- a paisagem da área de estudo será alterada predominantemente de forma localizada e incluirá um conjunto de infra-estruturas que se disporão permanentemente na paisagem, afectando nessas áreas as unidades de paisagem pré-existentes;
- a nova paisagem a criar contrapor-se-á inicialmente à paisagem envolvente predominantemente agrícola e florestal, mas as novas estruturas integrar-se-ão progressivamente na imagem que os utentes têm da paisagem em questão;
- as novas infra-estruturas poderão ser integradas paisagisticamente;
- as paisagens afectadas estão bem representadas na envolvente.

Pelos motivos referidos, apesar dos impactes gerados com a construção e com a exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito serem em grande parte negativos, os novos elementos criados, que inicialmente criarão alguma dissonância na paisagem, acabarão por integrar-se na sua imagem normal, caso sejam tomadas medidas adequadas para a sua integração paisagística. Por esse motivo, não se pode dizer que a paisagem actual é melhor que a paisagem que será efectuada com a construção e implementação das infra-estruturas previstas, dado que estas não provocarão alterações de fundo que sejam representativas no contexto paisagístico em que se inserirão.



## 5.8. Ordenamento do Território

A implementação do projecto respeita no geral as figuras de ordenamento do território existentes, implicando no entanto a exclusão de áreas da RAN. No caso da REN haverá que compatibilizar as acções previstas no projecto com o respectivo regime.

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito induz impactes negativos directos muito pouco significativos, apesar da sua extensão, dado o facto de se localizar em zonas com pouco coberto arbóreo e a maioria do seu traçado ser construído em perfuração subterrânea, sendo a destruição de montado de azinho e/ou sobre pouco significativa no contexto local. O corte do tráfego nas estradas EN 584 e CM1119 devido ao atravessamento do túnel, considera-se um impacte negativo temporário, de baixa significância, devendo no entanto ser tomadas as medidas de minimização adequadas.

Desde que sejam atendidas e implementadas as medidas cautelares e de minimização propostas para cada parâmetro ambiental em análise, considera-se que o projecto cumpre e valoriza as disposições e condicionalismos legais preconizados para esta área.

Em termos do uso do solo o projecto tem um impacte negativo, já que afecta a utilização da faixa de solos receptora da infra -estrutura, mas de reduzida magnitude e significância dada a diminuta área envolvida.

Em termos do ordenamento do território, a implementação da ligação Loureiro-Alvito tem um impacte positivo indirecto de elevada significância já que viabiliza o Bloco do Baixo Alentejo do Subsistema de Rega de Alqueva corresponde a uma das principais estratégias de ordenamento de território para o Baixo Alentejo. Os perímetros de rega deste subsistema distribuem-se ao longo de uma extensa área, beneficiando os solos mais aptos do ponto de vista agrícola, potenciando o desenvolvimento equilibrado da região.

Assim, e atendendo ao reconhecido interesse do empreendimento constituído por todo o sistema integrado de aproveitamento hidráulico do Alqueva e ao facto de a ligação estar já prevista no PDM de Portel, considera-se estar em face de um impacte positivo, visto vir dar seguimento à implementação das figuras de ordenamento do território em vigor. Esta análise aplica-se às fases de construção e de exploração.

No que respeita à fase de desactivação, os impactes relativos ao túnel de ligação entre as albufeiras serão negativos, directos e significativos se não forem tomadas medidas correctas de desmantelamento das estruturas e de recuperação do solo.



## 5.9. Sócio-Economia

Neste ponto são identificados e avaliados os impactos sócio-económicos do projecto em análise nas fases de construção e de exploração, evidenciando-se sempre que possível o carácter temporário ou permanente dos mesmos.

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito terá impactos locais directos sobre o Concelho de Portel e impactos indirectos ao nível regional, já que permite a implementação do Subsistema de Rega de Alqueva. Deste modo, os impactos socio-económicos decorrentes da exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito ultrapassam o âmbito local definido neste trabalho, estando antes relacionados com a escala dos impactos regionais do Subsistema de Rega de Alqueva.

Assim, nos pontos seguintes são apresentados os impactos de carácter local e regional da implementação e exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. A identificação de impactos centrou-se nas variáveis demográficas, na estrutura sócio-económica e nas condições de vida.

### 5.9.1. Fase de Construção

Na fase de construção do projecto em análise podem identificar-se impactos locais directos e positivos sobre vários parâmetros sócio-económicos, em particular sobre a demografia e a oferta de emprego.

Assim, a fase de construção do Troço de Ligação Loureiro-Alvito induzirá um afluxo positivo demográfico ao Concelho de Portel, embora seja provável que este seja um efeito temporário que se anule após a conclusão das obras. Este movimento será composto por trabalhadores da construção civil, equipas de técnicos e pessoal administrativo adstrito à obra e durará durante toda a fase da sua construção.

Este fluxo positivo de população terá impactos positivos sobre a economia local, cuja magnitude e significância dependerá em grande medida da iniciativa dos agentes locais, em termos da capacidade de resposta às necessidades geradas pela presença dessas pessoas, que se manifestarão fundamentalmente ao nível do alojamento e restauração. Caso estas necessidades sejam satisfeitas, o impacto será positivo, temporário, de média magnitude e significativo.

Por outro lado, este afluxo poderá também originar impactos negativos resultantes de eventuais conflitos entre a população em trânsito e a comunidade local.





No que se refere aos impactes sobre a **estrutura económica**, e para além das consequências indirectas do aumento demográfico temporário, prevêem-se impactes directos positivos ao nível do emprego. Contudo, esses factores positivos encontram-se totalmente dependentes da possibilidade de recrutamento de pessoal local para a obra. Geralmente o empreiteiro dispõe à partida da mão-de-obra necessária, pelo que será importante sensibilizar o empreiteiro nesse sentido, para que a comunidade local possa beneficiar do aumento de postos de trabalho potenciados pelo empreendimento.

Quanto às **condições de vida** da população local, prevêem-se impactes negativos ao nível das infra-estruturas de circulação e acessibilidades, já que a interrupção temporária de algumas vias e a circulação de maquinaria afecta às obras, irá provocar um agravamento das condições de circulação nas vias próximas do empreendimento. No entanto, dado que se trata de vias com reduzido tráfego natural, estes impactes são pouco significativos.

### 5.9.2. Fase de Exploração

Na fase de exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito não são esperados impactes significativos sobre a componente sócio-económica local, já que as infra-estruturas construídas não terão qualquer utilização social ou económica, para além das funções que desempenham no âmbito do Subsistema de Rega de Alqueva.

De facto os grandes impactes decorrentes da exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito serão indirectos, e resultam da viabilização do Subsistema de Rega de Alqueva. A implementação deste Subsistema pretende dinamizar o modelo de desenvolvimento económico da região beneficiada, através da substituição do regime agrícola de sequeiro para um regime de regadio mais rentável. A par da agricultura espera-se dinamizar outras actividades económicas a montante e jusante da primeira.

O Subsistema de Rega de Alqueva implica a implementação de cerca de 51 400 ha de regadio, com impactes positivos sobre a agricultura em primeiro plano, mas também sobre a demografia, o turismo, a indústria, a construção civil, os serviços, nos recursos humanos e no custo da propriedade imobiliária (FBO, 2001).

Estes impactes resultam da implementação do Subsistema de Alqueva que, na sua configuração actual, depende para a adução dos caudais provenientes de Alqueva da construção e exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito.



## 5.10. Património Histórico-Cultural

### 5.10.1. Introdução

O estudo de caracterização do património histórico-cultural permitiu definir o potencial da área de influência do projecto do Troço de Ligação Loureiro-Alvito e, dentro desta, definir um zonamento de sensibilidade e grau de risco para os vestígios arqueológicos e para os elementos de interesse arquitectónico e etnográfico registados.

A identificação de situações impactantes é efectuada através do cruzamento da informação compilada, relativa à localização e valor das ocorrências patrimoniais, com a informação disponível sobre as diversas intervenções e obras programadas do projecto em si.

São avaliadas as duas fases fundamentais, das quais resultam impactos diversos:

- a fase de construção (na qual devem ser ponderadas questões como a introdução de infra-estruturas, áreas de circulação e estaleiros de obra, etc.);
- a fase de exploração (na qual serão ponderadas as actividades de manutenção do empreendimento ou a relação entre este e os elementos patrimoniais, caso estes sejam conservados *in situ* e integrados no projecto).

A análise detalhada da alternativa de projecto permitiu identificar circunstâncias susceptíveis de acarretar diminuição ou perda da perenidade ou integridade do património presente na área de incidência directa do projecto.

Para além da natureza do impacto deve ser considerado o valor específico e intrínseco das ocorrências patrimoniais, de modo a evidenciar as situações mais graves. Esta importância é estabelecida ponderando os seguintes critérios:

- potencial científico;
- raridade;
- antiguidade;
- monumentalidade;
- estado de conservação;
- inserção paisagística.



### 5.10.2. Fase de construção

A fase de construção comporta um conjunto de obras e intervenções a executar na área de projecto potencialmente geradoras de impactes sobre os vestígios arqueológicos e os elementos de interesse arquitectónico etnográfico identificados. O referido conjunto de acções consiste na construção de caminhos de serviço e acesso às infra-estruturas, o troço “cut & cover” e o canal a céu aberto que unirá o troço à albufeira de Alvito.

O sítio arqueológico Romano de S. Faraústo e a mancha de materiais líticos pré-históricos encontram-se na área de incidência directa do projecto. Na inviabilidade de determinar, a partir dos dados disponíveis, aspectos como a raridade, a monumentalidade ou mesmo o estado de conservação dos sítios, considera-se que a extensão das áreas de dispersão de materiais e a sua representatividade quantitativa e qualitativa atribuem aos sítios um elevado valor patrimonial.

Durante a fase de construção estão previstas acções intrusivas, nomeadamente, operações de corte e escavação para construção do referido canal a céu aberto e troço “cut & cover” bem como de aterro e escavação e valetas de drenagem para construção de um dos acessos à obra de saída, alargamento e reformulação da estrada já existente na área onde foram identificados os vestígios materiais dos referidos arqueossítios. A circulação de maquinaria pesada poderá ainda perturbar a integridade estrutural da ermida de S. Faraústo.

Assim, as acções intrusivas no subsolo têm como impacte sobre o sítio arqueológico romano e a mancha de materiais líticos de S. Faraústo a potencial destruição de estratigrafia e estruturas. Este impacte avaliado como negativo, directo, certo na sua probabilidade, permanente, irreversível, de magnitude forte e muito significativo, dada a importância patrimonial do arqueossítio.

A Ermida de S. Faraústo, corresponde a um monumento de culto religioso regional, como o demonstram as suas características. Apesar de não ser abrangido por nenhum objecto de protecção, está inventariado no inventário património artístico (IPPAR).

Aqui o impacte da fase de construção resulta apenas da extrema proximidade desta estrutura em relação às obras a efectuar naquela área (os caminhos de acesso e serviço e o canal a céu aberto que constitui a obra de saída para a albufeira de Alvito) e consiste numa possível perturbação da integridade estrutural do monumento. Este impacte é avaliado como negativo, mas de magnitude fraca e pouco significativo

O poço e nora adjacente, corresponde a um conjunto de elementos para os quais se considera algum interesse etnográfico, embora de valor reduzido (resultante do estado de degradação, descaracterização e abundância de estruturas similares). A proximidade desta estrutura em relação às obras a efectuar



naquela área poderá ter impactes negativos sobre esta estrutura, caso seja perturbada pelas actividades construtivas. Este impacte, no entanto é avaliado como de magnitude fraca, reversível e muito pouco significativo, dado o reduzido valor patrimonial da estrutura em causa.

### **5.10.3. Fase de exploração**

Na etapa posterior às obras de construção e implementação das infra-estruturas previstas continuam apenas a reflectir-se os impactes de algumas intervenções.

Os impactes decorrentes da fase de construção inviabilizam, à partida, a conservação dos vestígios registados no arqueosítio romano de S. Faraústo e da mancha de materiais líticos descritos no capítulo referente à caracterização do Património, uma vez que as intervenções no subsolo implicam a destruição de estruturas e estratigrafia. Como tal, não são considerados cenários para a fase de exploração do empreendimento.

### **5.10.4. Fase de desactivação**

Não se prevêem impactes significativos para o âmbito do património histórico-cultural decorrentes desta fase do projecto.

### **5.10.5. Síntese**

Os impactes previstos registar-se-ão sobretudo no limite sudoeste do Troço junto à albufeira do Alvito, em que serão construídos acessos e a conduta de água a céu aberto, interferindo directamente com três dos sítios identificados: a Ermida de S. Faraústo, o Sítio Romano e pré-histórico localizados no mesmo local. Nesta área as intervenções previstas pelo projecto em estudo acarretam impactes negativos para o património histórico-cultural que resultam de movimentação e revolvimento de terras, bem como outro tipo de intrusões no subsolo.

O maior impacte deste projecto sobre o património local é o que incidirá sobre o arqueosítio romano de S. Faraústo, que se reveste de um significado particularmente elevado. Considera-se que este impacte é muito significativo e irreversível.



Reconhece-se, no entanto, que o traçado actual é o resultado de um processo já longo de avaliação de impacto ambiental, tendo inclusive o traçado sido alterado em relação ao analisado em NEMUS (1999) de forma a afastar o mais possível o Troço de Ligação Loureiro-Alvito do Sítio de S. Faraústo, em resposta a uma recomendação do estudo referido.

Os aspectos positivos das propostas apresentadas poderão resultar da intervenção de salvamento e estudo do referido sítio romano como vamos referir e propor no capítulo relativo às medidas e às acções compensatórias adequadas, onde são apresentadas as propostas de minimização dos danos ponderados.

A alternativa zero, isto é, a ausência de projecto, apresenta possibilidades de preservação dos vestígios identificados superiores às possibilidades de preservação ponderadas para a alternativa de projecto, pelas razões expressa na abordagem da evolução da situação de referência sem projecto (ponto 4.10.4).

A alternativa zero pode contribuir para um retorno à ocupação agrícola e pastorícia do espaço, em moldes desprovidos de estudo dos efeitos negativos para o património ou das medidas de mitigação e salvamento necessárias. Mais uma vez se salienta que uma futura ocupação desregrada da área, sem objectivos programados ou não sujeitos a uma avaliação de impactes, poderá levar à destruição dos achados.



## 5.11. Dispositivo de Segregação de Águas da Albufeira do Alvito

No âmbito do Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001), foi identificado como um dos principais impactes globais deste subsistema a realização da transferência de água Guadiana-Sado, com impactes negativos potenciais sobre os Recursos Hídricos Superficiais e sobre os Ecossistemas Aquáticos.

Na sequência deste estudo, a CAIA aconselhou a revisão do circuito hidráulico do Subsistema de Rega de Alqueva, tendo em vista o desenvolvimento de uma solução que garantisse a segregação de águas das bacias do Guadiana e do Sado.

Neste contexto a EDIA desenvolveu o dispositivo de segregação de águas, a ser aplicado em todos os reservatórios de regularização sazonal do sistema primário de rega do Subsistema do Alqueva localizados na bacia do Sado, incluindo as albufeiras de Alvito, Odivelas, Barras, Pisão, Roxo e Vale de Gaio.

Este dispositivo visa realizar o *bypass* dos caudais de manutenção ecológica destas barragens, tendo como objectivo garantir a segregação das águas do Guadiana e do Sado.

No caso específico da barragem do Alvito, ao assegurar que a totalidade do caudal ecológico que alimentará a ribeira de Odivelas a jusante da barragem é proveniente da mesma bacia, sendo captado num ponto a montante da albufeira e transportado até jusante da barragem, pretende-se mitigar os impactes mais significativos associados à transferência Guadiana-Sado.

Os princípios gerais de funcionamento são descritos no ponto 3.4.5.2, e destes depende o sucesso desta medida, que estará associado à garantia de que o início do bombeamento da água de Alqueva, e o seu ritmo, sejam determinados de modo a que, uma vez introduzida água da bacia do Guadiana nas albufeiras da bacia do Sado, não se produzam excedentes de água que possam obrigar ao funcionamento dos respectivos descarregadores de cheia.

A simulação do funcionamento do subsistema envolvendo a aplicação dos critérios definidos para a exploração das albufeiras do Subsistema de Alqueva (descritos no ponto 3.4.5.2) à série de anos hidrológicos, provou que, em qualquer dos anos da série simulada:

- o enchimento decorre satisfatoriamente, isto é, as albufeiras chegam ao período de ponta com capacidade para satisfazer as necessidades de consumo;



- não se verificam excedentes de água afluente que provoquem descargas de cheia, após o início do enchimento de cada uma das albufeiras.

Assim, o dispositivo de segregação de águas a instalar na albufeira do Alvito, e futuramente nas restantes albufeiras do Subsistema de Alqueva na bacia do Sado, corresponde a uma das principais medidas de mitigação do Subsistema de Rega de Alqueva e também do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, sendo incluída no presente EIA já que é no projecto em análise que se consuma a transferência de águas Guadiana-Sado.

Apesar deste dispositivo constituir fundamentalmente uma medida de mitigação ao projecto em análise no presente EIA, à sua instalação e exploração estão ainda assim associadas algumas acções potencialmente geradoras de impactes ambientais. Neste sentido optou-se por realizar neste ponto uma avaliação sintética dos impactes associados à implementação desta medida mitigadora. Semelhantemente às análises de impactes realizadas para os descritores ambientais, dividiram-se os impactes decorrentes do dispositivo de segregação nas fases de construção, exploração e desactivação.

### 5.11.1 Fase de Construção

A construção do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito implica a construção de duas pequenas barragens, nas ribeiras de Marruais e do Ervidal, situadas próximas da barragem de Alvito, e ainda uma conduta de derivação gravítica enterrada entre as duas ribeiras. O represamento destas duas linhas de água é necessário de forma a garantir os volumes necessários ao suprimento dos caudais de manutenção ecológica à ribeira de Odivelas nos meses húmidos.

A construção das duas barragens, e enchimento das albufeiras respectivas, implicarão a regularização do terreno, ou seja desmatações e terraplenagens, e a inundaç o de cerca de 16,6 ha de terreno. Esta ac o ter  impactes sobre v rios descritores ambientais implicando mobiliza es de terras, altera es da morfologia local, aumento da compacta o dos terrenos, aumento do potencial erosivo, diminui o da  rea de recarga hidrogeol gica, degrada o paisag stica das  reas afectadas, afecta o de 16 ha de solos (uso fundamentalmente florestal) e destrui o dos habitats alagados (montados e pastagens). Para a implanta o da conduta de deriva o Guioa-Ervidal tamb m ser  necess rio realizarem-se escava es e aterros, j  que esta ser  enterrada no solo, sendo a transposi o do festo feita em *cut & cover*.

A mobiliza o de terras   a ac o construtiva indutora de impactes mais expressivos na morfologia da  rea afectada. Para a constru o das duas barragens e da conduta de deriva o Guioa-Ervidal, prev -se um volume de escava o total superior a 35 000 m<sup>3</sup> e um volume total de aterro superior a 65 000 m<sup>3</sup> (Leal,



2004a). Assim, o balanço escavação/aterro apresenta um deficit de terras de pelo menos 30 000 m<sup>3</sup>. Uma vez que vão existir cerca de 260 000 m<sup>3</sup> de terras sobranes provenientes da escavação do túnel Loureiro-Alvito, recomenda-se que estas sejam utilizadas nas zonas a aterrar para a construção destas duas barragens, não sendo necessário, desta forma recorrer a uma mancha de empréstimo.

Em geral, dada a reduzida área afectada e a elevada disponibilidade na envolvente dos habitats e das unidades de paisagem afectadas, os impactes decorrentes da construção da barragem são considerados negativos, de magnitude moderada e pouco significativos, dado o seu carácter localizado, sendo irreversíveis no tempo de vida do projecto mas reversíveis após a desactivação.

A afectação das ribeiras de Marruais e Ervidal é ainda avaliada como um impacte negativo sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os ecossistemas aquáticos, de magnitude moderada mas pouco significativo, já que se trata de dois pequenos cursos de água de carácter intermitente, cujo regime ficará afectado apenas num troço muito pequeno, já perto da sua confluência com a ribeira de Odivelas.

### **5.11.2. Fase de Exploração**

No que diz respeito à fase de exploração do dispositivo de segregação de águas, os impactes ambientais esperados prendem-se fundamentalmente com a exploração das duas albufeiras e também com a restituição dos caudais ecológicos à ribeira de Odivelas. Quanto à conduta Guioa-Ervidal, esta ficará enterrada pelo que as suas interacções ambientais serão praticamente nulas.

Em relação às albufeiras de Guioa e Ervidal, esperam-se impactes relacionados com alterações dos ciclos sedimentares, podendo verificar-se um aumento da erosão hídrica nas zonas de declive mais acentuado e o assoreamento das albufeiras devido à acumulação de material sólido transportado pelas condutas.

Estes impactes serão negativos, mas de magnitude e significância reduzidas dadas as pequenas dimensões das albufeiras em análise.

A presença das albufeiras terá ainda um impacte positivo sobre a hidrogeologia, já que aumenta a área de recarga dos aquíferos locais, o que é avaliado como um impacte positivo mas pouco significativo. Estes dois espelhos de água terão algum interesse ecológico para as espécies animais e vegetais associadas ao meio aquático, pelo este impacte sobre estas comunidades é considerado positivo, mas pouco significativo dada a proximidade da albufeira do Alvito.





O dispositivo de segregação restituirá os caudais de manutenção ecológica à ribeira de Odivelas através do leito da ribeira de Ervidal, o que representa um importante impacte positivo sobre a ribeira de Odivelas. No entanto, tal implicará a existência de um troço de cerca de 1200 m da ribeira de Odivelas, entre a barragem de Alvito e a confluência da ribeira de Ervidal, que ficará desprovida de caudais ecológicos. Esta situação corresponde a um impacte sobre este troço de ribeira, com reflexos negativos nos recursos hídricos superficiais, no habitat lótico e nos habitats ripários.

Este impacte foi, no entanto, identificado já ao nível da concepção do próprio dispositivo de segregação, sendo que associada à implementação do dispositivo encontra-se já proposta uma acção de compensação, que corresponde à requalificação do troço da ribeira de Odivelas entre as albufeiras de Alvito e Odivelas (ver ponto 3.4.5.3 do capítulo de descrição de projecto).

Assim, este impacte sobre este troço da ribeira de Odivelas é avaliado como negativo, mas pouco significativo, já que: a extensão de ribeira afectada é muito reduzida; a ribeira de Odivelas é já um sistema lótico bastante artificializado, uma vez que os caudais que aí transitam dependem quase completamente das transferências de água entre as albufeiras do Alvito e de Odivelas; e o impacte será mitigado pelas acções de requalificação planeadas para a ribeira de Odivelas e também pelo facto de se ir estabelecer nesta ribeira um regime de caudais ecológicos, até agora inexistente.

### 5.11.3. Fase de Desactivação

Em relação à fase de desactivação do dispositivo de segregação de águas não se identificam impactes significativos, sendo previsível a ocorrência de impactes negativos pouco significativos semelhantes aos identificados para as acções construtivas devido à desactivação das várias infra-estruturas, com a atenuante da duração da intervenção ser menor. Com o cessar da exploração das albufeiras diminuirão os riscos de instabilidade de vertentes, sendo retomados os ciclos naturais de erosão/deposição dessas linhas de água, o que é considerado um impacte positivo pouco significativo. Por outro lado, a desactivação das albufeiras diminuirá a área de recarga dos aquíferos locais, o que será um impacte negativo, mas pouco significativo.



## 6. Medidas de Mitigação de Impactes

No seguimento da avaliação de impactes ambientais, pretende-se neste capítulo identificar quais as medidas ambientais que deverão ser adoptadas por forma a minimizar ou compensar os impactes negativos e potenciar os impactes positivos do projecto.

Estas medidas de mitigação têm como principal objectivo implementar o Troço de Ligação Loureiro-Alvito da forma o mais optimizada possível em termos ambientais, atenuando ou anulando potenciais impactes negativos significativos, que possam condicionar o projecto ou ter como consequência uma afectação muito severa sobre qualquer descritor ambiental considerado neste estudo.

Ao longo do presente capítulo são realizadas análises e tecidas considerações de ordem diversa, distinguindo-se nos textos dois tipos de recomendações:

- As medidas de mitigação concretas para o Troço de Ligação Loureiro-Alvito propostas pelo presente EIA, e que constituem acções que deverão ser implementadas durante a execução e exploração do projecto, de modo a potenciar ou garantir a sua sustentabilidade ambiental; e
- Considerações de carácter geral sobre as boas práticas ambientais de gestão de projectos e sobre a estratégia que se entende deveria ser seguida para promover todo o desenvolvimento sustentável em redor do projecto em análise. Estas considerações constituem-se como textos de enquadramento que sustentam o desenvolvimento das medidas propostas.

Neste sentido, e de forma a ser possível distinguir as medidas mitigadoras dos textos de enquadramento, optou-se por diferenciar graficamente as medidas, apresentando-as sob a forma de marcas numeradas de acordo com o descritor a que se referem no seguinte formato:

**Descritor1.** *Texto da medida de mitigação;*

Nos pontos seguintes são assim apresentadas as medidas ambientais a adoptar. No ponto 6.1 são apresentadas as medidas de mitigação de carácter geral, que se aplicam a mais que um descritor, sendo por isso consideradas de âmbito transversal. Nos pontos 6.2 a 6.11 são discriminadas as medidas específicas para cada descritor ambiental.



## 6.1. Medidas de carácter geral

As medidas que se seguem consideram-se de carácter geral, sendo transversais a vários descritores, e abordam questões relacionados com as actividades construtivas, estaleiros, máquinas, transportes e acessibilidades, entre outras.

**Ger1.** Deverá ser elaborado um **Plano de Obra**, onde será realizado o planeamento da execução de todos os aspectos da obra e explicitadas as medidas cautelares a tomar aquando da sua execução. A elaboração do Plano de Obra deverá contemplar e assegurar as seguintes orientações, que deverão ser cumpridas na fase de obra do projecto:

- a. A **localização do estaleiro** deverá ser pensada e escolhida de modo a respeitar, enquanto tal for possível, as várias condicionantes ambientais. Na falta de uma solução ideal, deverá ser escolhido o melhor compromisso que garanta a salvaguarda do maior número de sensibilidades ambientais possíveis. Assim, a selecção do local dos estaleiros deverá levar em conta as seguintes orientações:
  - i. De preferência os estaleiros deveriam ocupar uma área anteriormente intervencionada;
  - ii. Se tal não for possível, dever-se-á evitar a afectação de áreas sensíveis em termos ecológicos, paisagísticos ou visuais. Especificamente os estaleiros não deverão ser implantados em montados de sobre e azinho, ou, se tal for inevitável, deve ser seleccionado um local com reduzida densidade arbórea, de modo a que o número de abates de árvores seja reduzido ao mínimo.
  - iii. Os estaleiros não deverão ser localizados nas proximidades de habitações ou de outras zonas de utilização sensível, dado os impactes ao nível do ruído;
  - iv. Dentro das limitações apontadas, os estaleiros deverão localizar-se o mais próximo possível às frentes de obra, de modo a reduzir as áreas afectadas pelas deslocações entre o estaleiro e a frente de obra, com consequente minimização das deslocações de veículos e áreas de solos desagregados que constituem fontes de poluição atmosférica;
  - v. A área afecta aos estaleiros deverá ser reduzida ao mínimo possível, seleccionando as áreas estritamente indispensáveis para a sua correcta implementação;
- b. Deverá ser protegida e preservada a vegetação arbórea e arbustiva existente na envolvente aos locais da obra, estaleiros e acessos, através da implementação de medidas cautelares a definir no plano de obra. São de destacar as áreas de montado, as



- galerias ripícolas e outros elementos vegetais com interesse, que sempre que necessário deverão ser delimitados com vedações;
- c. Todas as acções que impliquem a remoção ou degradação do coberto vegetal, a decapagem do terreno ou a escavação, movimentação e depósito de materiais, deverão limitar essas intervenções às áreas estritamente necessárias à execução dos trabalhos.
  - d. As obras que envolvam escavações a céu aberto e movimentos de terras deverão ser executadas preferencialmente no período de Maio a Setembro, fora da estação húmida, de modo a minimizar a erosão dos solos e o transporte sólido nas linhas de água;
  - e. Nas zonas em que sejam executadas obras que possam afectar as linhas de água, deverá-se tomar particular cuidado para não se interferir no seu regime hídrico, no coberto vegetal preexistente e na estabilidade das margens;
  - f. Os materiais escavados no decurso da obra, deverão ser estudados, e todos aqueles que possuam características geotécnicas de boa qualidade, deverão, sempre que possível, ser (re)utilizados nos aterros necessários para a execução das obras viárias;
  - g. Os materiais escavados excedentes que não puderem ser utilizados na execução das obras previstas deverão ser conduzidos, limpos de quaisquer madeiras, metais e outros indiferenciados, para aterro de inertes devidamente autorizado. Refere-se ainda que a Câmara Municipal de Portel encaminha os inertes excedentes de obra para a Pedreira da Furna;
  - h. Caso a utilização da Pedreira da Furna não seja viável, estes poderão ser depositados em outros locais adequados, que cumpram as directivas legais, não sendo permitida a criação de depósitos em áreas pertencentes à RAN (Reserva Agrícola Nacional) ou à REN (Reserva Ecológica Nacional). Deve ainda ter-se em conta que os materiais não devem ser depositados em áreas de montados, zonas com linhas de água importantes, zonas de grande declive, zonas onde existam evidências de movimentos de terras, zonas urbanizadas e zonas de grande impacte paisagístico. Os depósitos dos materiais sobrantes devem ainda ser providos de um adequado sistema de drenagem, para impedir o transporte de sólidos para linhas de água. Na Figura II.24 apresenta-se uma carta de condicionantes à realização de depósitos temporários ou definitivos de inertes na envolvente de 5 km ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, onde se representam-se as áreas de montados e faixas de protecção às principais linhas de água (50m), que deverão constituir as principais condicionantes à realização de depósitos temporários ou definitivos de inertes.
  - i. Por regra não se deverá proceder à manutenção e abastecimento de maquinaria no local de obra. Em caso de tal ser indispensável, dever-se-á prever no Pla no de Obra uma área



impermeabilizada no interior do estaleiro, utilizando uma bacia de retenção amovível para efectuar mudanças de óleos, devendo os mesmos ser recolhidos e armazenados temporariamente em local estanque e coberto, e ser expedidos para destino final adequado com a maior brevidade possível. Esta recolha deverá estar prevista e articulada com o Sistema de Gestão de Efluentes e Resíduos da obra (medida Ger2). O transporte deve ser efectuado por uma empresa licenciada para o efeito nos termos previsto na lei;

- j. A localização dos **acessos e as regras de movimentação de máquinas** deverão estar definidas no Plano de Obra, de acordo com as seguintes orientações:
  - i. Os acessos à obra deverão aproveitar sempre que possível os trilhos de circulação já existentes no local, recorrendo ao seu melhoramento onde necessário;
  - ii. A construção dos acessos em áreas de montado deve ser feita de forma a que o número de árvores abatidas seja o menor possível. Em particular nos acessos temporários, o traçado deverá ser adaptado às condições do terreno para evitar o abate de árvores adultas, até onde for possível;
  - iii. As movimentações de máquinas deverão limitar-se à zona de construção, devendo assinalar-se e restringir-se os locais de circulação de máquinas e veículos afectos à obra através de sinalização adequada;
  - iv. Deverão ser tomadas precauções no que respeita à movimentação de máquinas em leito de cheia, segundo o princípio da afectação mínima quer do leito de cheia, quer da vegetação ripícola. O atravessamento das linhas de água pela maquinaria só deverá ser efectuado através das estruturas existentes para o efeito;
- k. O plano de obra deverá prever medidas cautelares de **protecção das águas subterrâneas**. Nomeadamente:
  - i. Sempre que o nível freático fique exposto à superfície, devem ser eliminadas ou restringidas todas as acções que traduzam riscos de poluição. De forma a impedir que sejam lançadas substâncias poluentes à água nestes casos, a área deverá ser vedada e limitado o acesso directo ao local;
  - ii. A presença de níveis freáticos poderá ser um factor importante a ter em conta na abertura das escavações uma vez que o próprio túnel funcionará como um dreno de grandes dimensões, no entanto dada a fraca aptidão aquífera da região não são esperados caudais importantes. Ainda assim, recomenda-se a drenagem eficaz do interior do túnel durante a fase de obra, se necessário à



custa de bombagem, nos trechos de túnel que forem interceptados por níveis aquíferos;

- I. O plano de obra deverá prever medidas cautelares de **controlo de poluição do ar**, incluindo as seguintes:
  - i. Os acessos aos locais da obra e às zonas de estaleiros deverão ser mantidos limpos através de lavagens regulares dos rodados das máquinas e veículos afectos à obra;
  - ii. Deverão ser tomados cuidados acrescidos na cobertura de montes de detritos e de materiais susceptíveis de serem arrastados pelo vento;
  - iii. Deverão ser instalados sistemas de aspersão de água sobre as vias não pavimentadas e sobre todas as áreas significativas de solo que fiquem a descoberto, especialmente em dias secos e ventosos.
  - iv. Deverão ser adoptadas medidas de protecção individual dos trabalhadores mais expostos à poluição do ar durante as actividades de construção, de acordo com as normas legais em vigor e as especificações técnicas estabelecidas, como por exemplo a adopção de máscaras de protecção para os trabalhadores que operam junto a zonas de carga e descarga de materiais pulverulentos e outras zonas consideradas sensíveis à emissão de poeiras.
- m. O plano de obra deverá programar as acções construtivas de modo reduzir o mais possível a **poluição sonora**, atendendo em particular ao seguinte:
  - i. Os trabalhos e operações de construção mais ruidosos deverão ser realizados preferencialmente durante o período diurno, evitando a sua realização no período nocturno e durante os fins de semana;
  - ii. A circulação do tráfego rodoviário afecto à obra deverá evitar a passagem por Monte de Trigo, ou em alternativa, ser espaçada no tempo e sempre efectuada durante o período diurno, de modo a assegurar que o LAeq que se verifique sobre as habitações não ultrapassa os 55 dB(A), estabelecido como limite de exposição para as zonas sensíveis em período diurno, segundo o Regulamento Legal sobre Poluição Sonora - Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro.
- n. O plano de obra deverá prever a adopção de medidas no domínio da sinalização informativa e da regulamentação do tráfego nas vias atravessadas pelo projecto visando a segurança e informação durante a fase de construção, cumprindo o Regulamento de Sinalização Temporária de Obras e Obstáculos na Via Pública;

**Ger2.** Na fase de construção do empreendimento deverá ser implementado um adequado **Sistema de Gestão de Efluentes e Resíduos** gerados pela obra, de modo a permitir uma armazenagem



temporária segura (sem drenagem para as linhas de água) e um destino final adequado. No sub-capítulo das medidas de mitigação da Qualidade do Ambiente (ponto 6.6) são propostas directrizes orientadoras a serem seguidas na definição e implementação deste sistema de gestão de efluentes e resíduos. Este sistema deve assegurar, entre outros, os seguintes aspectos:

- a. O armazenamento de substâncias poluentes deverá ser feito nos estaleiros em local restrito e devidamente impermeabilizado, e manuseados de forma cuidadosa, de forma a minimizar eficazmente o derrame dos produtos tóxicos;
- b. De uma forma geral deverá ser feita uma correcta gestão e manuseamento dos resíduos associados à obra, nomeadamente óleos, combustíveis e resíduos sólidos, através da sua recolha e condução a depósito/destino final apropriado, reduzindo assim, a possibilidade de ocorrência de acidentes e contaminações;
- c. A rejeição de resíduos e efluentes de qualquer natureza para os cursos de água e solo não é permitida. Os resíduos perigosos devem ser alvo de gestão individualizada, nos termos previstos na lei;
- d. Em caso de derrame ou rejeição accidental de qualquer substância poluente o local deverá ser imediatamente limpo e os resíduos resultantes encaminhados para destino final adequado;
- e. Nos locais ocupados pelo estaleiro, obra de tomada de água e rede viária deverão ser implementados sistemas de drenagem eficazes que interceptem, recolham e conduzam as escorrências de água. A rede pluvial a instalar deve ser provida de uma bacia de retenção, por forma a reduzir a carga sólida do efluente;
- f. Sempre que se produzirem águas de lavagem associadas ao fabrico de betões, deverá promover-se a sua infiltração num ponto único, por forma a que no final da execução das obras possa sanear-se a área de infiltração utilizada e os resíduos resultantes encaminhados para destino final adequado;

Ger3. O Plano de Obras deverá prever a realização de uma **acção de formação e sensibilização ambiental** a todos os trabalhadores no início da fase de obra, de forma a alertá-los para todas as acções susceptíveis de configurarem uma situação de impacte ambiental. Os trabalhadores deverão ser instruídos nas boas práticas de gestão ambiental da obra e dos estaleiros, incluindo os aspectos definidos nas medidas de minimização do presente EIA;



## 6.2. Clima

O comportamento de um factor físico como o clima em resposta a intervenções no território é de avaliação ou predição complexa, particularmente quando se trata de impactes cumulativos ou indirectos. Embora exista uma notória falta de estudos feitos nesta área, as alterações climáticas previstas para a região, e derivadas da exploração de uma série de infra-estruturas e projectos que estão ser implementados, são apontadas como pouco significativas a significativas, embora não se saiba concretamente a sua magnitude e respectiva evolução.

Recomenda-se assim que, numa fase já de exploração do Subsistema de Rega de Alqueva, e dos restantes subsistemas do Sistema Global de Rega de Alqueva, sejam efectuados estudos de monitorização de uma eventual alteração dos parâmetros climáticos, de forma a verificar e acompanhar as alterações desde a sua fase inicial. Recomenda-se a consideração da realização destes estudos como um projecto específico e independente, de âmbito abrangente a todo o Sistema Global de Rega de Alqueva, e não propriamente como medida mitigadora do projecto de execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, pelo que não se apresenta uma proposta para este plano de monitorização no Capítulo 7.

Especificamente em relação ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito não se apresenta qualquer medida de mitigação uma vez que não se prevêem impactes significativos sobre o clima ou microclima como consequência directa do desenvolvimento das diferentes fases deste projecto.

## 6.3. Geologia, Geomorfologia e Geotecnia

O projecto em análise é intrusivo nos factores geológicos, dado a grande maioria do seu traçado ser efectuado em perfuração subterrânea. Neste sentido tecem-se algumas orientações a serem seguidas ao longo da construção e exploração do projecto.

No que respeita aos factores geológicos, os principais impactes negativos dizem respeito a acções ligadas à fase de construção. Nesta fase, a principal acção com impactes sobre a geologia será a abertura do túnel, durante a maior parte da qual deverá ser necessário o uso de explosivos, recomendando-se de uma forma geral uma utilização cuidadosa dos mesmos para evitar uma descompressão acentuada do maciço, e conseqüentemente uma maior fracturação.

Deverá também ser dada particular atenção ao tipo de equipamento a utilizar nas operações de escavação, particularmente nas de desmonte de rocha dura, nomeadamente escolhendo equipamentos





que melhor se adaptem aos materiais que vão ser desmontados. Deverá ainda haver um estabelecimento criterioso dos parâmetros dos diagramas de fogo associados ao desmonte de rocha dura com explosivos, quer para a escavação em rocha dura do túnel.

Considera-se de primordial importância que a abertura do túnel seja permanentemente acompanhada por um especialista em geologia de engenharia para proceder ao mapeamento das superfícies escavadas, definir para cada secção a zona geotécnica interceptada e verificar o ajustamento das indicações de projecto às condições efectivamente encontradas em obra e, face a esses elementos, ajustar as recomendações sobre a contenção do maciço. Este acompanhamento, embora mais pertinente na fase de construção do túnel, é abrangente a todas as fases da obra.

Recomenda-se igualmente que no decorrer da execução do túnel seja dada particular atenção à falha que o intercepta. Uma vez que o projecto é omissivo relativamente ao tratamento da falha Alvito-Maruto, com a finalidade de salvaguardar a segurança do túnel, deve-se proceder a um tratamento adequado e cuidado de forma a que a sua construção não provoque roturas nas infra-estruturas inerentes ao túnel.

Relativamente à fase de exploração, e atendendo ao facto de existir a probabilidade de ocorrência de um sismo, é fundamental que o túnel seja continuamente observado por técnicos especialistas em engenharia geotécnica, de forma a avaliar a infra-estrutura, nomeadamente se após um sismo, não existem roturas ao longo do túnel.

Uma vez que o material presente no vale da Guioa corresponde a argilas provenientes da alteração superficial dos xistos e o material argiloso constitui um excelente material para o núcleo de um aterro de uma barragem de terra, recomenda-se que o mesmo seja utilizado para a construção da Barragem da Guioa. Da mesma forma, os filtros e drenos da barragem poderão ser constituídos a partir do material cascalhento que existe igualmente à superfície desta área.

Para além destas linhas orientadoras e medidas de carácter geral, propõe-se a adopção de todas as medidas de carácter geral apresentadas no ponto 6.1. Especificamente para o presente descritor propõe-se ainda a seguinte medida mitigadora:

**Geo1.** Com o objectivo de evitar o ravinamento provocado pela circulação de águas superficiais, recomenda-se o **revestimento dos taludes de escavação**, nos locais de traçado do túnel, onde este será executado a céu aberto. Assim, é aconselhável o revestimento dos taludes de escavação ou aterro, com coberto vegetal, de forma a reduzir a susceptibilidade à erosão e à meteorização da superfície do talude. É recomendável proceder ao revestimento vegetal o mais precocemente possível, logo após a execução da escavação/aterro, de modo a atenuar



os fenómenos de erosão. Dado as escavações terem uma altura máxima de 20 m, não são muito significativas e por isso, à partida não será necessário adoptar medidas de contenção ou suporte de taludes, sendo suficiente a cobertura vegetal;

Na fase de desactivação do túnel, visto não existirem impactes negativos resultantes desta fase do projecto, a nível da geologia, geomorfologia e geotecnia, não são apontadas medidas de minimização ou recomendações.

## 6.4. Solos

A maioria dos solos existentes na região atravessada são de natureza xistosa, de reduzida espessura efectiva, pouco evoluídos e apresentando condições topográficas bastante acidentadas, o que determina um potencial de aproveitamento agrícola reduzido, nomeadamente junto da barragem do Loureiro. Para além disto, o projecto afectará muito pouco os solos, já que a maioria do seu traçado se desenvolve subterraneamente, recorrendo a perfuração em rocha. Não foram assim identificados impactes significativos sobre os solos.

Ainda assim, e de modo a garantir que a construção do túnel perturbe o mínimo os solos em causa, evitando-se que as condições de erosão e contaminação sejam favorecidas, recomenda-se a adopção das medidas de mitigação de carácter geral propostas no ponto 6.1, particularmente aquelas que dizem respeito à prevenção da erosão e à movimentação de materiais. As acções de minimização restringem-se à fase de construção, já que durante a fase de exploração a afectação dos solos será praticamente nula.

## 6.5. Recursos Hídricos

O projecto em análise produzirá impactes muito diferenciados nas fases de construção e exploração sobre os Recursos Hídricos. Assim, os principais impactes que ocorrerão na fase de construção derivam de uma forma geral das actividades construtivas, pelo que as medidas de mitigação a implementar para este descritor, quer para os recursos superficiais, quer para os subterrâneos, são as medidas de boa gestão da obra e dos estaleiros que se apresentam no ponto 6.1, com vista à redução dos efeitos de compactação dos solos, do potencial de erosão e do risco de contaminação dos cursos de água e dos níveis freáticos.

No que respeita à fase de exploração, o principal impacte que ocorrerá nesta fase sobre os recursos hídricos consiste nas potenciais alterações ao regime hídrico das albufeiras a jusante de Alvito e da bacia



hidrográfica do Sado, em consequência da quantidade e qualidade da água transferida através do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Este problema transcende largamente o âmbito do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, pelo que as considerações aqui tecidas deverão ser encaradas como indicações para a gestão mais alargada de todo o Subsistema de Alqueva, abrangendo várias frentes de gestão em componentes variadas.

Neste sentido, dever-se-á encorajar a aplicação do código de Boas Práticas Agrícolas na exploração agrícola do Subsistema de Rega Alqueva, que visa a contenção dos efeitos nocivos da utilização de fertilizantes e pesticidas sobre a rede hidrográfica. Para tal será necessário apostar-se numa estratégia de intervenção mais alargada que deve ser coordenada pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional e Direcção Regional da Agricultura e incluir acções de sensibilização e formação das populações.

Dever-se-á ainda envidar esforços para promover a resolução das questões referentes à descarga de efluentes não tratados em linhas de água. Da mesma forma, deve-se acompanhar estreitamente as questões relativas à garantia da qualidade da água ao abrigo da convenção Luso-Espanhola.

Outra questão fundamental diz respeito ao controlo da degradação da qualidade da água da albufeira do Alvito, bem como de todas as linhas de água a jusante do túnel. Para tal dever-se-á envidar esforços para o controlo de potenciais fontes poluentes locais e ainda para o controle da qualidade da água na albufeira do Alqueva.

A implementação do dispositivo de segregação das águas na albufeira do Alvito, e futuramente nas restantes albufeiras do Subsistema de Alqueva localizadas na bacia do Sado, será um dos melhores instrumentos para evitar a alteração das condições naturais da bacia hidrográfica do Sado. A implementação destes dispositivos permitirá a mitigação efectiva dos principais impactes do projecto sobre os recursos hídricos.

Tal como foi referido anteriormente, estas considerações não correspondem propriamente a medidas de mitigação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, mas apenas a linhas orientadoras da estratégia de ordenamento de território que deveria ser desenvolvida no sentido de aumentar a sustentabilidade ambiental de todo o projecto do Subsistema de Rega de Alqueva. Como é óbvio, a responsabilidade pelo desenvolver destes objectivos não diz respeito apenas ao promotor do presente projecto mas a todas as entidades com competências na gestão do território afectado.

Para além destas considerações, propõe-se ainda a realização da seguinte medida de mitigação concreta a para o projecto do Troço de Ligação Loureiro-Alvito:



Rh1. Deverá ser implementado um **programa de monitorização das águas das albufeiras do Loureiro e do Alvito** (ver Capítulo 7) que permita confirmar a presença de condições de qualidade adequadas ou detectar situações de degradação pontual que, uma vez identificadas, permitirão tomar atempadamente as medidas necessárias para reposição das condições de equilíbrio desejadas. Neste âmbito propõem-se directrizes de monitorização no Capítulo 7, referente ao Plano de Monitorização, segundo o requerido no Decreto-Lei nº 69/2000, assumindo que em virtude do regime de funcionamento previsto não haverá uso balnear das albufeiras do Loureiro e Alvito;

Em relação à fase de desactivação do projecto propõe-se que as áreas de recarga que tenham sido impermeabilizadas pelas infra-estruturas relativas ao túnel e dispositivo de segregação de águas associado, aquando da sua desactivação sejam descompactadas, de forma a restabelecer as condições naturais de infiltração e de armazenamento dos aquíferos.

## 6.6. Qualidade do Ambiente

### 6.6.1. Qualidade do Ar

Dada a diminuta relevância dos impactes ambientais sobre a qualidade do ar, decorrentes da fase de exploração do projecto, apenas tem sentido propor medidas de minimização relativas à fase de construção. Assim, de forma a reduzir os impactes sobre a qualidade do ar decorrentes da fase de construção do empreendimento, deverão ser aplicadas as medidas gerais de boa gestão dos estaleiros e das frentes de obra que se apresentam no ponto 6.1, particularmente a referente à medida **Ger1, alínea k**.

Para além destas medidas de boa gestão geral da fase de construção não se considera relevante propor nenhuma medida mitigadora específica para a Qualidade do Ar, dado que os impactes negativos identificados foram avaliados como pouco significativos.

### 6.6.2. Ambiente sonoro e níveis de ruído

À semelhança do que acontece relativamente à qualidade do ar, as medidas minimizadoras dos impactes ambientais ao nível do ruído são relativas à fase de construção do empreendimento, já que será nesta fase que irão ocorrer as principais perturbações, muito embora os impactes negativos identificados foram avaliados como pouco significativos. Propõe-se assim apenas a adopção das medidas de boa gestão dos



estaleiros e frentes de obra, referidas no ponto 6.1, em particular o descrito na medida **Ger1, alínea I**, não se julgando necessário propor mais nenhuma medida específica para esta componente.

### 6.6.3. Produção e Gestão de Resíduos

Apesar de não terem sido identificados impactes negativos relevantes na fase de construção, devem ser observadas as medidas de boa gestão de resíduos e efluentes da obra que se apresentam no ponto 6.1, particularmente a implementação do **Sistema de Gestão de Efluentes e Resíduos**, segundo a medida **Ger2**. A implementação deste sistema poderá prevenir eficazmente não só os potenciais impactes nas infra-estruturas de saneamento básico, como também problemas de poluição dos solos, das águas superficiais e subterrâneas.

Em relação a este Sistema definem-se seguidamente um conjunto de orientações que deverão ser consideradas na sua definição e implementação:

#### Sistema de Gestão de Resíduos e Efluentes de obra

##### A) Resíduos sólidos

Aplicável a zonas de armazenamento temporário de resíduos, águas residuais ou similares, este sistema tem por objectivo armazenar selectiva e seguramente os materiais sobrantes e águas residuais.

Para cada ponto de recolha, define-se uma zona de influência, e em cada caso, organiza-se o serviço correspondente de recolha, com suficiente periodicidade (diária, semanal, etc.). As zonas de influência abarcam o conjunto da obra em actividade. Em cada uma assinalam-se pontos de recolha em número e distâncias suficientes, a fim de propiciar a sua utilização e facilitar a sua recolha.

No final da vida útil de cada ponto de recolha, ou ao terminar a construção, deve proceder-se à restauração das áreas utilizadas. No caso dos resíduos sólidos, o sistema de recolha consiste num conjunto de contentores (pontos de deposição temporária), alguns com possível capacidade de compactação, distinguíveis segundo o tipo de resíduo e contíguos às áreas mais características do projecto. Cada um destes define uma zona de acção ou influência onde se distribuem uniformemente e segundo os requisitos da obra, um número suficiente de grupos de depósitos móveis (pontos móveis). A recolha dos resíduos acumulados nos pontos de recolha móveis e seu transporte aos pontos de deposição temporária, estará a cargo de pessoal específico para esta tarefa (serviço de recolha).



### *A.i) Preparação do terreno*

Para certas classes de resíduos a colocação do contentor sobre terreno exige certas características mecânicas mínimas e de impermeabilidade. Em qualquer caso, será necessária a preparação do terreno para esses contentores que albergam resíduos potencialmente contaminantes, a fim de evitar escorrências acidentais nas operações de carga e descarga dos depósitos.

A preparação do solo consiste na extensão de uma primeira camada de material argiloso, sobre a qual se situará uma tela, de fácil colocação e remoção, de material sintético e impermeável. Nos casos necessários, habilita-se o terreno para suportar a pressão mecânica dos contentores.

### *A.ii) Contentores*

São seleccionados em função da classe, volume e peso do resíduo considerado, as condições de acondicionamento requeridas e a mobilidade prevista do mesmo. Segundo a mobilidade, distinguem-se duas classes de contentores: os localizados nos pontos de deposição temporária, maiores e pouco móveis, e os outros situados nos pontos de recolha, de menor tamanho e maior mobilidade.

Provavelmente a maior parte dos contentores poderão seleccionar-se de entre os desenhados para os RSU's. O correcto funcionamento do sistema de pontos deposição temporária aconselha a distinção visual dos contentores segundo o tipo de resíduo. Para isso, devem colocar-se contentores de cores distintas, de acordo com as classes de resíduos. Uma possível distribuição de cores é a seguinte:

<b>Classe de resíduo</b>	<b>Cor</b>
metal	cinzento
madeira	marron
derivados petróleo	roxo
pneumáticos	preto
plástico	amarelo
papel e cartão	azul
vidro	verde
restos orgânicos	branco

Independentemente dos resíduos, o fundo e as paredes dos contentores serão impermeáveis, podendo ser abertos ou fechados.



### **A.iii) Localização**

Os pontos de deposição temporária devem localizar-se próximos às áreas destacadas para uma actividade importante e prolongada, ou por qualquer outro motivo razoável.

Em princípio, e particularmente neste caso, é aconselhável a instalação de pontos de deposição temporária no parque de maquinaria. Segundo a actividade desenvolvida em cada área, procede-se à instalação de contentores para os resíduos mais importantes (pela sua capacidade contaminante, volume previsto, etc.).

Assinala-se, como orientação, a seguinte tipologia de contentores a implantar na obra:

- Depósito estanque preparado para óleos e outros derivados do petróleo;
- Contentor aberto sobre terreno preparado para pneumáticos;
- Contentor estanque para embalagens (plástico/metal);
- Contentor estanque para embalagens de cartão e papel;
- Contentor estanque para recipientes de vidro;
- Contentor aberto para madeiras;
- Contentor estanque para restos orgânicos.

O desenvolvimento da obra implicará a ampliação de contentores ou a retirada de alguns deles. Os lixiviados devem ser recolhidos e armazenados em depósito estanque preparado para o efeito.

### **A.iv) Pontos de recolha móveis**

São grupos de contentores, que estrategicamente situados, facilitam a recolha selectiva dos resíduos. Os pontos de recolha são móveis. A sua localização temporal depende das distintas zonas do projecto em actividade. Em termos gerais, cada grupo dispõe de um contentor distinto para cada um dos seguintes materiais: orgânicos, papel/cartão, vidro e embalagens.

Os contentores são do tipo urbano, facilmente descarregáveis, e devem estar estrategicamente localizados na zonas "mais visitadas" e em pontos que permitam a passagem dos camiões de recolha. Os outros tipos de resíduos são seguramente menos frequentes, em áreas distintas preparadas para o efeito: óleos e outros derivados do petróleo no parque de maquinaria, etc.. Em situações imprevistas e inevitáveis, solicitar-se-á a colaboração, na medida do possível, do pessoal implicado e, caso seja necessário, a ajuda do serviço de recolha.



Os resíduos orgânicos gerados devem receber destino específico. É aconselhável, dada a possível putrefacção dos mesmos, e o conseqüente mau odor, que os próprios interessados os levem aos pontos de deposição temporária no final do dia. A sua recolha deve ser diária.

#### ***A.v) Serviços de recolha***

Existirá um serviço de recolha periódica e selectiva. A determinação do turno de recolha mais conveniente, dependerá das condições particulares da obra e do momento de operação. Independente do serviço de recolha normal, prevê-se pessoal necessário para a recolha, armazenamento, tratamento, e/ou transporte a vazadouro de localização definida, daqueles materiais sobranes, que pelo seu peso, tamanho ou perigosidade não estejam ao alcance do serviço de recolha.

#### **B) Efluentes**

Distinguem-se 3 tipos de águas residuais:

##### ***B.i) Águas facilmente recuperáveis***

Incluem as águas provenientes da limpeza de motores ou qualquer outro tipo de maquinaria que contenha cascalho, areias, cimentos ou similares, assim como gorduras, óleos ou outros derivados do petróleo. Serão tratadas com o objectivo de serem reutilizadas nas mesmas actividades que as geraram. A área de tratamento situa-se sobre terreno impermeabilizado e lateralmente canalizado, e consta de canais de recolha de águas sujas, desarenador-desoleador, tanque de recolha de águas tratadas, bomba, e depósito elevado que facilite a sua reutilização.

Próximo do parque de maquinaria, habilita-se um terreno para a localização de uma área de tratamento das águas facilmente recuperáveis, provenientes da limpeza de betões, motores e resto da maquinaria, a fim da sua reutilização nas mesmas operações. Estas actividades localizam-se próximas da zonas sobre o terreno impermeabilizado e desenhado de tal modo que permita a canalização das águas residuais à área de tratamento e facilite a sua operação (concentração das águas num ponto antes da sua entrada na área), evitando-se escorrências descontroladas (canais de recolha perimétricos).

A zona consta de um desarenador-desoleador e de um tanque contíguo de armazenamento. Este conjunto está desenhado para assegurar as mínimas condições de qualidade das águas tratadas para sua reutilização na limpeza de maquinaria.





Prevê-se o uso de outras fontes de água que complementem as águas recicladas. O sistema dispõe-se sobre superfícies impermeáveis com o objectivo de evitar infiltrações não desejadas e possível contaminação dos solos e das águas subterrâneas da zona.

O sistema completa-se com equipamento de bombagem, o qual proporciona o caudal necessário para os fins previstos, e permite a conexão a outras fontes de água que sirvam para cobrir as necessidades de caudal e qualidade das águas recuperadas.

Por último será necessária a manutenção e controle de cada zona. As areias e similares separadas pelo desarenador deverão ser espalhadas para sua secagem e posterior encaminhamento para aterro sanitário ou vazadouro autorizado. As gorduras e demais substâncias são recolhidas da superfície e deverão ser depositadas no depósito estanque de águas químicas, para seu posterior tratamento e envio para a depuração. O processo de transporte deve ser efectuado por uma empresa devidamente licenciada para o efeito, nos termos previstos na lei.

#### ***B.ii) Águas quimicamente contaminadas***

Águas recolhidas nos pontos de recolha, ou outras localizações da obra que contenham, ou possivelmente possam conter, qualquer tipo de substância química: óxidos, detergentes, tintas, etc.

Encontram-se também nesta categoria as águas com elevada concentração de óleos e gorduras provenientes do tratamento realizado no desarenador-desoleador. Este tipo de águas dispõem-se em depósito estanque sobre terreno impermeabilizado, com canalizações perimétricas e tanque de segurança.

#### ***B.iii) Águas sanitárias***

São as águas procedentes de serviços sanitários e/ou cozinhas/refeitórios e devem sempre que possível ser encaminhadas para o sistema municipal de drenagem de águas residuais por forma a sofrerem tratamento adequado. No caso de tal não ser possível, deve assegurar-se a instalação de um tanque estanque independente, fossa séptica, ou similar. Relativamente às instalações do tipo "portátil", a recolha deve ser garantida com frequência necessária à manutenção das boas condições de higiene e deve ser realizada por empresa licenciada para o efeito.

Na fase de exploração não se prevê a produção de outros resíduos que não sejam os derivados da actual actividade agrícola. No caso de haver remoção das infra-estruturas do Projecto, os impactes verificados na fase desactivação são idênticos aos da fase de construção, pelo que devem ser aplicadas as mesmas medidas descritas anteriormente para esta fase.



## 6.7 Ecologia, Flora e Fauna

Neste ponto são apresentadas as medidas de mitigação se consideram adequadas, considerando os impactes identificados sobre o descritor Ecologia, Flora e Fauna. De acordo com a metodologia seguida para este descritor ao longo do EIA as medidas de mitigação são apresentadas separadamente para os Ecossistemas Terrestres e Ecossistemas Aquáticos.

### 6.7.1. Ecossistemas Terrestres

Conforme o descrito no capítulo de avaliação de impactes, os principais impactes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito sobre os ecossistemas terrestres decorrerão fundamentalmente na fase de construção, e consistem na destruição de habitats pela implantação da tomada de água, da obra de saída, dos troços em “cut & cover” e dos acessos.

Os impactes negativos identificados para os ecossistemas terrestres foram avaliados maioritariamente como pouco significativos, pelo que se considerou não ser adequada a definição de medidas de mitigação específicas para este descritor. Recomenda-se no entanto a adopção das medidas de carácter geral do ponto 6.1 e ainda reforça-se a necessidade de implementação do Plano de Enquadramento e Recuperação Paisagística, conforme medida **Pai1**, do descritor Paisagem.

Na fase de exploração sugere-se, no entanto, algum cuidado e monitorização do funcionamento das infra-estruturas e do desenvolvimento e regeneração dos habitats afectados na fase de construção, com o objectivo de, caso seja necessário, se efectuarem novas plantações ou novas acções de recuperação.

No que respeita à fase de desactivação do troço de ligação, se esta implicar a remoção da maior parte das estruturas, as medidas deverão ser idênticas às definidas para construção, já que os impactes gerados serão semelhantes. Se a desactivação ocorrer sem a remoção de infra-estruturas, aconselha-se a desmontagem das estruturas implementadas à superfície do terreno, nomeadamente da parte final do troço junto à albufeira de Alvito e a tomada de água na albufeira do Loureiro, com a subsequente requalificação dessas áreas.



## 6.7.2. Ecossistemas Aquáticos

As medidas de mitigação para o descritor Ecossistemas Aquáticos apresentam um grau de complexidade diferenciado em relação às medidas apresentadas para os restantes descritores. Neste sentido, a estrutura adoptada para este sub-capítulo diverge do modelo utilizado para os outros descritores, sendo realizada uma análise dos problemas abordados e das soluções desenvolvidas.

Assim, em primeiro lugar é descrito o circuito hidráulico em análise, abrangendo todo o troço Alqueva-Alvito do Subsistema de Rega de Alqueva, que corresponde ao cenário base sobre o qual serão analisadas e desenvolvidas as medidas mitigadoras dos Ecossistemas Aquáticos (ponto 6.7.2.1).

Com base neste cenário é analisada no ponto 6.7.2.2 toda a componente ecológica afectada, incluindo a descrição dos principais problemas associados à realização de transvases em geral, bem assim como os problemas associados especificamente à transferência de água Guadiana-Sado, e a descrição das medidas mitigadoras teoricamente adaptadas à minimização dos impactes em análise, considerando o conhecimento e experiência científica existente sobre este assunto.

No ponto 6.7.2.3 são sistematizadas as medidas de mitigação conhecidas e documentadas para os problemas associados aos transvases em geral, sendo analisada a sua exequibilidade em relação ao projecto específico em análise (Troço de Ligação Loureiro-Alvito), tendo em conta as especificidades técnicas do mesmo. Para as medidas que se consideram ser inexequíveis é indicada ainda a possibilidade da sua execução em outras componentes do Subsistema de Rega de Alqueva.

Por último, são propostos no ponto 6.7.2.4 dois cenários mitigadores alternativos dos impactes identificados, aplicados especificamente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, que se constituem como as medidas de mitigação propostas pelo descritor Ecossistemas Aquáticos.

### 6.7.2.1. Descrição do circuito hidráulico em análise

A descrição dos circuitos e obras hidráulicas através das quais se processará o transvase Guadiana-Sado constitui a base de trabalho da criação de cenários mitigadores para os ecossistemas aquáticos. *A descrição realizada neste capítulo não tem por objectivo pormenorizar os detalhes técnicos da engenharia*



da obra (pelo que desse ponto de vista é necessariamente incompleta), *mas sim prever os ambientes aquáticos que as obras criam ou possam vir a criar ou a alterar.*

Pretende-se, no fundo, analisar o circuito hidráulico responsável pelo transvase Guadiana-Sado, para que seja possível definir com a maior precisão possível as medidas de mitigação.

O circuito em análise corresponde ao troço inicial do Subsistema de Rega de Alqueva, desde a captação da água na albufeira de Alqueva, através da Estação Elevatória dos Álamos, até à primeira estrutura do Subsistema de Alqueva localizada na bacia do Sado, a albufeira do Alvito. Note -se que a transferência de águas entre as duas bacias processa-se através do projecto em análise no presente EIA – o Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

O circuito associado a este projecto é assim composto pelas seguintes estruturas hidráulicas:

- Estação Elevatória dos Álamos na albufeira de Alqueva;
- Albufeira dos Álamos e ligações associadas (troços de ligação Alqueva-Álamos e Álamos-Loureiro);
- Barragem e Albufeira do Loureiro;
- Troço de Ligação Loureiro-Alvito;
- Barragem e Albufeira do Alvito;
- Dispositivo de Segregação de Águas da Albufeira do Alvito;

Definem-se, no ponto 6.7.2.4, cenários concretos de mitigação baseados no conhecimento actualmente existente sobre as estruturas e obras hidráulicas deste circuito. A descrição de estruturas que se segue foi adaptada das informações já existentes e obtidas da EDIA, acrescentadas de alguns detalhes dos sistemas ecológicos, colectados na bibliografia ou observados *in situ*.

Assim, descrevem-se nas páginas seguintes os aspectos de projecto destas estruturas hidráulicas com relevância para a análise dos sistemas ecológicos aquáticos associados.



## Albufeiras dos Álamos e ligações associadas

A configuração geral do sistema de adução Alqueva-Álamos foi condicionada pela localização da tomada de água na albufeira do Alqueva, que teve em conta os seguintes factores: (i) os níveis de exploração da albufeira do Alqueva, entre a cota de NPA (152,00) e a cota de NmE (130,00); (ii) a obrigatoriedade de uma captação superficial; e (iii) a selecção de um local o mais a montante possível do canal de adução, de modo a reduzir o comprimento total deste sistema.

O local mais a montante da albufeira do Alqueva que cumpre estas restrições e que apresenta condições razoáveis para a implementação das estruturas de captação, localiza-se na margem direita, a cerca de 8 km a montante da barragem de Alqueva, no braço situado no vale do rio Degebe. A tomada de água situa-se assim num alargamento do vale, formado pela confluência de duas linhas de água, o que permite boas condições de adução para baixos níveis de armazenamento na albufeira do Alqueva. A albufeira do Alqueva apresentará um estado trófico provável de meso-eutrofia.

A estação elevatória permite a elevação de água da albufeira de Alqueva a uma altura de quase 100 m. Os volumes de água que se prevê elevar são bastante significativos, da ordem dos 598 hm<sup>3</sup> em ano médio, e 780 hm<sup>3</sup> em ano seco, para o caudal máximo de 32 m<sup>3</sup>/s. A jusante da elevação desenvolve-se uma conduta forçada em aço, com cerca de 850 metros de comprimento, que terminará no canal de ligação à albufeira dos Álamos, o qual por sua vez terá um desenvolvimento de 1 km.

A central elevatória principal está equipada com 6 grupos com capacidade unitária de 6,9 m<sup>3</sup>/s, sendo apenas colocado ao serviço o número de grupos capazes de elevar o volume de água requerido em determinado momento, em função dos caudais pedidos, da utilização dos períodos em que a energia é mais barata, e de eventuais interrupções no fornecimento da energia por parte da EDP. De tudo isto resulta que *os caudais bombeados a partir da estação elevatória são variáveis, ao longo do dia, ao longo da semana, e ao longo do ano, traduzindo-se em variações substanciais no volume de água armazenado nas albufeiras dos Álamos e, potencialmente, em oscilações muito grandes dos seus níveis da água.*

As barragens dos Álamos são em aterro, tendo a capacidade útil de armazenamento de 4,4 hm<sup>3</sup>, valor máximo definido em função do regime de exploração da estação elevatória Alqueva-Álamos. As três barragens dos Álamos formam uma única albufeira devido à existência de um canal de interligação entre a albufeira conjunta das barragens de Álamos I e II e a albufeira independente da barragem de Álamos III. As três barragens delimitam a montante bacias hidrográficas que, no conjunto totalizam uma área de 10,0 km<sup>2</sup>. Considerando as secções com cota do NPA, a área total das bacias hidrográficas adjacentes à albufeira conjunta é de 8,05 km<sup>2</sup>. A precipitação média anual na bacia é de 599 mm, estimando-se que o escoamento anual médio afluente às três barragens seja de 1,46 hm<sup>3</sup> (Quadro 6.7.1).



O canal de adução à barragem dos Álamos III é a estrutura que alimenta todo o sistema, iniciando-se no final da conduta forçada proveniente da estação elevatória (cota 222 m). O canal tem 1060 m de extensão e será executado em canal a céu aberto nos primeiros 480 m de extensão e dos 1020 m até ao final. Entre o km 0,495 e o 1,005 será executado em galeria coberta (método *cut and cover*). Para se efectuar a transição da secção corrente do canal para a secção em galeria previu-se uma zona de transição constituída por uma secção trapezoidal variável com 15 m de desenvolvimento. A largura do rasto do canal, sub-horizontal, é de 4,5 m, a altura do canal é aproximadamente de 5 m. Os troços em galeria terão uma secção circular com diâmetro interior de 5 m e uma espessura constante de 0,70 m.

O canal de interligação entre Álamos III e Álamos I e II tem como função estabelecer uma ligação ao mesmo nível entre as barragens de Álamos III e Álamos I e II, permitindo que as três albufeiras funcionem como uma albufeira única (a albufeira dos Álamos). O rasto deste canal a céu aberto, horizontal, encontra-se à cota 222 m e a extensão total do canal é de 700 m. A largura do rasto do canal é de 4,5 m, a altura do canal é de 7 m. Entre o km 0,370 e o 0,480, o canal desenvolve-se em galeria fechada *cut and cover*, sendo as dimensões da galeria idênticas ao do canal de adução a Álamos III.

Quadro 6.7.1 – Características dos sistemas lânticos dos Álamos, Loureiro e Alvito

Sistema	Álamos I/II/III	Loureiro	Alvito
<b>Albufeiras</b>			
Nível de Pleno Armazenamento (NPA)	227,50 m	222,0 m	197,5 m
Nível mínimo de Exploração (NmE)	225,99 m	219,0 m	172 m
Nível de Máxima Cheia (NMC)	228,11 m	223,10 m	198,55 m
Capacidade para NPA (volume total)	17,6 hm <sup>3</sup>	6,98 hm <sup>3</sup>	132,5 hm <sup>3</sup>
Capacidade para NmE (volume útil)	4,4 hm <sup>3</sup>	4,50 hm <sup>3</sup>	130,0 hm <sup>3</sup>
Volume útil de regularização	-	2,48 hm <sup>3</sup>	2,5 hm <sup>3</sup>
Área inundada para o NPA	195 ha	92 ha	1480 ha
<b>Barragens</b>			
Tipo	Aterro	Aterro	Aterro
Comprimento do Coroamento	234,0 / 295,0 / 259,0 m	1 175 m	1105 m
Largura do Coroamento	8,0	8,00 m	10,00 m
Altura máxima	35,0 / 40,0 / 36,5 m	30 m	49 m
<b>Ribeiras</b>			
		Loureiro	Odivelas
Área da bacia própria	8,05 km <sup>2</sup>	15,4 km <sup>2</sup>	212 km <sup>2</sup>
Perímetro da bacia	-	23,99 km <sup>2</sup>	-
Comprimento da linha de água principal	-	9,5 km	-
Declive médio	-	0,018	-
Precipitação anual média	599 mm	640,5 mm	693 mm
Escoamento anual médio	1,46 hm <sup>3</sup>	1,9 hm <sup>3</sup>	-



A tomada de água na albufeira dos Álamos é uma estrutura de betão armado, com *três vãos protegidos por comporta, grelha e ensecadeira*. O caudal de dimensionamento é de 37 m<sup>3</sup>/s, e a cota da soleira dos vãos é de 220,50. A estrutura de restituição na albufeira do Loureiro é de betão armado, também como com dois vãos protegidos por comporta e ensecadeira. A soleira encontra-se à cota de 217,0.

A ligação entre a albufeira dos Álamos e a albufeira do Loureiro abrange um conjunto de canais a céu aberto, galerias e sifões, ao longo de uma extensão total de 10 697 m. O traçado desta obra de ligação é composto pelos seguintes componentes:

- oito trechos de canal trapezoidal com comprimento total de 7259 m. Os *canais trapezoidais a céu aberto* apresentam uma largura de soleira de 3,0 m. A altura total da secção é de 4,5 m, sendo de 3,7 m a altura atingida para o caudal de dimensionamento (37 m<sup>3</sup>/s);
- três trechos em canal-galeria *cut and cover* de vão duplo, totalizando 1 460 m (795 m, 325 m e 340 m, respectivamente). Estes canais cobertos apresentam uma secção rectangular com vão duplo, com largura da soleira de 2 x 4,7 m e altura da secção de 4,5 m. Para o caudal de dimensionamento a altura atingida é de 3,7 m;
- quatro trechos em sifão, no total de 1979 m. As secções de entrada e saída dos sifões são compostas por três vãos protegidos por grelhas, apresentando ranhuras para colocação de comportas ensecadeiras (não é definido no projecto o espaçamento entre grelhas). Os sifões possuem descargas de fundo com câmara de dissipação de energia e um canal de descarga para a linha de água.

A adução dos Álamos à albufeira do Loureiro poderá ser efectuada praticamente em contínuo. A regulação dos caudais derivados será efectuada com controlo por montante, embora com base nos níveis a jusante (albufeira do Loureiro). O controlo do caudal derivado a partir dos Álamos será efectuada com base em comportas instaladas na tomada de água. *O caudal derivado pelo troço de ligação Álamos-Loureiro é de 25 m<sup>3</sup>/s para o nível de 225,0 m (NmE) e 37 m<sup>3</sup>/s para o nível de 225,8 m (correspondendo ao caudal de dimensionamento)*. Mediante um sistema de comportas foi prevista ainda a possibilidade de derivar *um caudal mínimo de 10 m<sup>3</sup>/s*, ou ainda, em caso de necessidade, o isolamento rápido do troço de ligação Álamos-Loureiro, por exemplo por deficiente funcionamento do sistema.

### **Albufeira e ribeira do Loureiro**

A albufeira do Loureiro constitui-se fundamentalmente como um reservatório de passagem, compensação e distribuição dos caudais em trânsito no sistema de Alqueva. O coroamento da Barragem terá 764,85 m de comprimento por 8 m de largura e situar-se-á à cota 225,0 m, atingindo uma altura máxima de 25 m



(Quadro 6.7.1). Para o NPA espera-se uma área inundada de 92 ha e um volume armazenado de 6,98 hm<sup>3</sup>. Para o NmE, a capacidade cifra -se em 4,50 hm<sup>3</sup>.

De acordo com as análises realizadas no presente EIA (ponto 6.7.3), a precipitação anual médio é de cerca de 635 mm, o que corresponde a um escoamento anual médio de cerca de 153 mm. Estas afluências naturais representam um volume de 2,4 hm<sup>3</sup>. Uma vez que as necessidades hídricas estimadas a partir da albufeira do Loureiro são de 651,8 (hm<sup>3</sup>) em ano seco e 481,7 (hm<sup>3</sup>) em ano médio, *as afluências próprias anuais das bacias do Loureiro e dos Álamos num ano médio representam menos de 1% dos caudais que passarão pela albufeira do Loureiro, necessários para suprir as necessidades do Subsistema de Rega de Alqueva*. Assim, tendo em conta que a capacidade de armazenamento máxima da albufeira do Loureiro (NPA - cota 222,0) é de 6,98 hm<sup>3</sup>, o enchimento da albufeira far-se-á fundamentalmente com os caudais aduzidos de Alqueva necessários para suprir as necessidades de água (478,5 hm<sup>3</sup>), prevendo-se que o tempo de retenção dos caudais nesta albufeira seja bastante reduzido.

No local de implantação da futura albufeira do Loureiro, o vale é encaixado e com escasso uso humano. O leito do rio é constituído por blocos de quartzito e de xisto, intercalados com pedra e areão. A vegetação ripícola é esparsa, e dominada por *Nerium oleander*, enquanto as espécies helofíticas se distribuem por agregados isolados, por vezes localmente abundantes, dominadas por Juncáceas e Ciperáceas. Trata-se de um curso de água de pequena dimensão e de carácter temporário, sem fluxo de água durante o Verão, confinado a um rosário de pequenos pegos.

A jusante da futura barragem, o vale alarga e há mais actividades humanas de carácter extensivo, nomeadamente pastoreio. No leito da ribeira, aumentam os materiais de sedimentação e a flora diversifica-se. Embora ainda esparsa, a galeria ribeirinha é mais contínua. Trata-se ainda de um sistema de carácter temporário, sem fluxo de água durante o verão, com a massa de água confinada a pegos intercalados de pequenos rápidos em zonas de maior declive.

Em ambos os vales, mas sobretudo no segmento a jusante da futura albufeira, a água evidencia sinais de deterioração, incluindo: turvação, cheiros, espumas orgânicas e depósitos de materiais finos orgânicos. Para além disso, em vários locais de margem pôde observar-se pisoteio e destruição de habitats.

### **Troço de Ligação Loureiro-Alvito**

A descrição de projecto das componentes do Troço de Ligação Loureiro-Alvito pode ser consultada no ponto 3.4 do presente Relatório, sendo baseada no Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (FBO & WS-ATKINS, 2002).





## **Albufeira do Alvito e Ribeira de Oriola/Odivelas**

A barragem de Alvito situa-se nas ribeiras de Oriola e de Odivelas e a área inundada pela sua albufeira estende-se pelos concelhos de Cuba, Viana do Alentejo e Portel. Esta infra-estrutura, em funcionamento desde 1977, será o principal centro distribuidor de água para todo o Baixo Alentejo. As suas características encontram-se no Quadro 6.7.1.

A albufeira do Alvito é mesotrófica (PNA, 2002), com bastante recorte de margens, ilhas e penínsulas, o que lhe garante uma razoável estrutura da zona marginal. O vale entre a barragem do Alvito e a albufeira de Odivelas, a jusante, é relativamente largo e ocupado por montado e olival, com actividade silvo-pastoril dominante, incluindo gado. A galeria ripícola é bastante interessante, relativamente densa, contínua e bem constituída, com estrato arbóreo e arbustivo, acompanhando a sinuosidade da ribeira ao longo do vale, embora constrangida por este (ou seja, um segmento de transição do curso superior para o curso médio). Nas clareiras, pode encontrar-se abundante vegetação helofítica e hidrofítica, de carácter regional, e.g. *Cyperus longus*, *Oenanthe crocata*, *Eleocharis palustris*, *Ranunculus peltatus*.

A maior parte da água que circula na ribeira encontra-se em trânsito entre a albufeira de Alvito e a de Odivelas, pelo que o fluxo é permanente na maior parte do ano. Este sistema encontra-se assim bastante alterado e artificializado, já que o seu regime hídrico depende quase completamente das transferências de água entre as albufeiras do Alvito e de Odivelas, em particular nos meses mais secos. A água em trânsito na ribeira apresenta-se bastante turva e verde, nalguns pontos com espuma orgânica, indicando condições pró-eutrofia, aliás confirmadas pelos agregados abundantes da macroalga *Cladophora glomerata*. A base do leito fluvial é areão e cascalho/pedra, com bastantes zonas fundas e remansadas, e depósitos de sedimento fino, predominantemente orgânico. As populações piscícolas são abundantes, como se pôde observar localmente, nomeadamente achigã, barbo e carpa, e igualmente se obteve de informação junto a pescadores desportivos em actividade.

### **Dispositivo de Segregação de Águas na Albufeira do Alvito**

A descrição das três alternativas em análise para o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito é apresentada no ponto 3.4.5 do capítulo Descrição de Projecto, com base em Leal (2004a e 2004b), pelo que não se repete aqui os pormenores de projecto desta estrutura.

Este dispositivo, cujo desenvolvimento e implementação resulta da apreciação dos impactes ambientais do Subsistema de Alqueva pela CAIA, tem um papel fundamental na análise do transvase Guadiana-Sado, já que constitui uma das principais medidas mitigadoras do mesmo.



O objectivo deste dispositivo é realizar o *bypass* dos caudais de manutenção ecológica da albufeira do Alvito, garantindo que os caudais que são libertados na ribeira de Odivelas sejam provenientes da bacia do Sado enquanto que a água proveniente de Alqueva é conduzida exclusivamente pelo canal primário do circuito de rega.

Em termos gerais o dispositivo é composto por uma captação de água a montante da albufeira de Alvito na bacia drenante para a mesma (ribeira de Marruais), e o transporte e restituição dessa água na ribeira de Odivelas a jusante da barragem do Alvito (ver ponto 3.4.5 para uma descrição mais pormenorizada deste dispositivo).

Combinando a implementação deste dispositivo com uma gestão adequada dos níveis da albufeira do Alvito será possível garantir que os caudais provenientes de Alqueva sejam transportados para jusante apenas pelo circuito primário de rega e que os caudais libertados para a ribeira de Odivelas sejam inteiramente provenientes da bacia do Sado. A gestão correcta dos níveis de água presentes na albufeira do Alvito será essencial para impedir que em situações de cheia sejam descarregada na ribeira de Odivelas água proveniente de Alqueva. Para evitar estas ocorrências foi definido um planeamento anual para o bombeamento da água de Alqueva e para o faseamento do enchimento das albufeiras do Subsistema de Rega de Alqueva, conforme descrito no ponto 3.4.5.2.

Considerando a aplicação de dispositivos similares em todas as albufeiras do Subsistema de Alqueva na bacia do Sado e adoptando o modelo de gestão anual do circuito hidráulico do subsistema referido, será possível atingir um cenário de *total segregação das águas das bacias do Sado e do Guadiana, isto é, a água proveniente da albufeira do Alqueva não transitará para os meios hídricos naturais da bacia do Sado, ficando contida ao circuito hidráulico do Subsistema de Rega*. De facto, apenas após passar pelos solos, pela drenagem natural das áreas de regadio beneficiadas, é que estes recursos hídricos serão incorporados na bacia do Sado.

Este cenário extravasa, como já foi referido, o âmbito do presente projecto, já que envolve a aplicação de dispositivos de segregação similares em outras albufeiras e a própria gestão global do Subsistema de Rega de Alqueva, conforme o assumido pela EDIA em Leal (2004a), e a sua realização permitirá mitigar quase totalmente os impactes do transvase Guadiana-Sado sobre a qualidade da água da bacia do Sado e complementar decisivamente o controlo da passagem de peixes entre as duas bacias.

Assim, as análises realizadas ao longo deste sub-capítulo baseiam-se na concepção e implementação de dispositivos de segregação de água em todas as albufeiras do Subsistema de Rega de Alqueva na bacia do Sado e pela adopção de um modelo de gestão de todo o subsistema similar ao descrito no ponto 3.4.5.2, que assegure a inexistência de descargas de água do Alqueva para os meios naturais do Sado em alturas



de cheia. Este cenário de desenvolvimento corresponde, aliás, à metodologia adoptada pela EDIA para o desenvolvimento do Subsistema de Alqueva, conforme Leal (2004).

### 6.7.2.2. Análise dos sistemas ecológicos no circuito Alqueva-Alvito

Embora o epicentro do IBT (transferência inter-bacias, do inglês *"Inter-basin water transfer"*) Loureiro-Alvito seja o respectivo troço de ligação, o cenário ecológico é necessariamente referido a uma área mais alargada e circuito hidráulico mais complexo, dada a continuidade hidráulica, hidrológica e ecológica entre os vários sistemas. Esta continuidade gera interdependências biológicas e ecológicas que é necessário ter em conta.

Do ponto de vista aquático funcional, está-se em presença de três tipos de ecossistemas:

- a) quatro albufeiras – Alqueva, Álamos (considerada como um único elemento hídrico), Loureiro e Alvito;
- b) quatro troços de ligação, dos quais uma parte em canais a céu aberto – Alqueva/Álamos, Álamos III/Álamos I e II, Álamos I-Loureiro e Loureiro-Alvito (este último o mais complexo);
- c) três sistemas fluviais – a ribeira das Veladas (barragem dos Álamos), a ribeira de Loureiro (ambas na bacia do Guadiana) e a ribeira de Oriola/Odivelas (bacia do Sado).

Nas páginas seguintes são analisados estes ecossistemas, com vista à definição de propostas concretas de mitigação aplicadas ao circuito hidráulico em análise. Sem prejuízo da especificidade que se deseja para os cenários mitigadores apontados, e que são desenvolvidos no ponto 6.7.2.4, são desenvolvidos ao longo do texto princípios e técnicas de mitigação mais gerais, que poderão sempre ser analisadas e aplicadas para outras componentes do circuito hidráulico do subsistema de Alqueva, nomeadamente os que se localizam a jusante da barragem do Alvito.

#### **Albufeiras**

O sistema dador da albufeira do Alqueva é uma massa de água com estratificação monomictica quente e tendencialmente meso-eutrófica, dada a carga de nutrientes que a ela afluí e a sua hidro-geomorfologia. A este cenário deve acrescer-se o período típico de enriquecimento nutritivo pós-enchimento resultante da decomposição dos materiais orgânicos de origem terrestre existentes na superfície do solo inundado e cuja magnitude depende da eficácia de remoção pré-enchimento destes materiais. Repare-se que a principal fonte de nutrientes, neste período e para este tipo de materiais orgânicos, serão os materiais vegetais não lenhosos e os primeiros horizontes do solo, visto que os materiais lenhosos apresentam uma taxa de decomposição muito baixa, da ordem das dezenas de anos.



*Assim, a água transferida para a albufeira do Alvito apresentará, tendencialmente, uma elevada carga de nutrientes, dado com implicações importantes no IBT em análise. A amplitude e tipo dos seus efeitos dependerão igualmente da forma como serão exportados, ou seja, sob a forma inorgânica e directamente acessível aos organismos ou sob a forma orgânica e geralmente não acessível antes do processo da sua mineralização.*

Em captações de água em albufeiras as características da água captada variam consideravelmente com a forma de exportação e posição do sistema de adução, podendo variar entre relativamente mais quentes e de carácter tendencialmente oxidante a mais frias e de carácter tendencialmente reductor. Como princípio mitigador geral para qualquer captação de água em albufeiras a água das albufeiras dadoras deve ser proveniente do epilimnion, quente, bem oxigenada e com os respectivos elementos fosforados e nitrogenados incorporados no material biológico naturalmente ocorrente na coluna de água em condições de luminosidade. A faixa epilimnética (mais quente, menos densa, com pH elevado e onde se concentra a fotossíntese em curso na coluna de água) encontra-se frequentemente entre 8 e 12 m de profundidade em massas de água do Sul de Portugal.

Uma das condicionantes do sistema de adução de Alqueva é a obrigatoriedade da captação superficial, que acompanhará as flutuações consideráveis do nível da água; contudo em albufeiras ibéricas é frequente estas flutuações (sobretudo quando são rápidas) erodirem o epilimnion e exporem à superfície as camadas mais profundas hipolimnéticas, neste caso permitindo a exportação de água com características menos desejáveis (fria, deficientemente oxigenada, com pH baixo e com uma carga elevada de nutrientes e de substâncias reduzidas incluindo azoto amoniacal).

Note-se que não se espera que a carga de nutrientes em transporte venha a ter impactes significativos directos sobre os meios naturais da bacia do Sado, já que a implementação dos dispositivos de segregação de águas irá impedir que esses nutrientes sejam descarregados nos sistemas lóticos do Sado. Ainda assim, seria importante agir de modo a minimizar os problemas de eutrofização nas massas lenticas do sistema, de modo a garantir a qualidade da água para os usos previstos, que incluem rega e consumo humano.

Neste sentido, de uma forma geral, e porque se espera que ocorram flutuações de nível consideráveis em todas as albufeiras do Subsistema de Rega de Alqueva, a posição do sistema adutor na coluna de água das albufeiras dadoras deveria idealmente ser o mais afastado possível da margem, porque a menor profundidade junto a esta facilita a mistura de estratos e a erosão do epilimnion.

No caso das albufeiras de Alqueva, Álamos e Loureiro, as captações de água já se encontram desenvolvidas a projecto de execução, pelo que esta recomendação não é aplicável. Recomenda-se no



entanto que este princípio seja considerado no desenvolvimento futuro das captações de água para as restantes albufeiras no Subsistema de Rega de Alqueva.

Durante o período de mistura da massa de água (normalmente entre Novembro e Abril nestas latitudes) os nutrientes estarão distribuídos de forma mais uniforme pela massa de água e de forma mais acessível, para os quais irá contribuir também o processo previsível de auto-fertilização a partir das camadas mais profundas durante o período de estratificação térmica.

Neste sentido, e em termos teóricos, seria aconselhável que a transferência da água se pudesse concentrar no período de estratificação da albufeira do Alqueva, sensivelmente entre Maio e Outubro, por forma à água transferida ser de melhor qualidade, ou seja, quente, bem oxigenada e com os nutrientes incorporados no material biológico suspenso. Este princípio é válido para todas as albufeiras dadoras envolvidas no circuito hidráulico, excepto para as que mantiverem previsível e tendencialmente um regime térmico amictico, como é o caso do Álamos.

Este princípio mitigador entra, no entanto, em conflito com o regime de exploração do circuito de rega previsto actualmente, e que se descreve no ponto 3.4.5.2, que prevê o bombeamento de água de Alqueva desde Fevereiro a Setembro. Este regime de exploração foi definido de forma conjugada com a aplicação dos dispositivos de segregação de águas, e tem como objectivo assegurar a segregação das águas das duas bacias, evitando descargas acidentais de água do Alqueva para as ribeiras do Sado devido a cheias (ver ponto 3.4.5.2 para uma descrição mais completa do regime de exploração).

Neste sentido, embora o princípio mitigador geral para a minimização dos problemas de eutrofia seja a captação de água no período de estratificação, considera-se que no caso do circuito hidráulico específico em análise deverá ser adoptado o regime de exploração previsto, com bombeamento de Fevereiro a Setembro, já que este regime foi projectado para garantir a segregação de águas das duas bacias.

O princípio descrito atrás resulta de ser mais favorável aos meios receptores, do ponto de vista ecológico, a incorporação de águas bem oxigenadas e com compostos oxidados, caso os sistemas dadores sejam muito produtivos. Contudo, deve ser notado que, devido às suas características de produtividade, as águas transferidas apresentarão um teor considerável de sólidos em suspensão, dos quais uma parte substancial corresponderá a uma elevada biomassa algal, possivelmente com uma importante componente de cianofíceas (ou algas azuis ou cianobactérias) e eventualmente cianotoxinas incorporadas. Assim, *quer a nível dos sistemas dadores, quer dos sistemas receptores deve ser realizado o processo de regressão trófica e bem assim, se e quando possível, devem incorporar-se os processos de controle de eutrofização no circuito hidráulico de transferência.*



O regime de transferência de água a partir da albufeira do Alqueva, definido em Leal (2004) e descrito no ponto 3.4.5.2, é composto por períodos diferenciados de bombeamento a partir de Alqueva, associados a uma sequência definida de enchimento das albufeiras e a objectivos temporais de armazenamento nestas em termos de percentagem do volume útil de cada albufeira. O regime exacto de bombeamento variará anualmente de acordo com as necessidades de água para uso agrícola e também de acordo com a evolução dos anos hidrológicos. Em qualquer cenário, no entanto, a transferência de água no troço Loureiro-Alvito decorrerá dos meses de Fevereiro a Junho. A exploração anual será determinante do fluxo circulante, e logo, da variação do nível das águas nos diferentes sistemas e, em consequência, do ambiente aquático que se irá estabelecer, nomeadamente no que respeita:

- i) às flutuações de nível da albufeira do Alqueva, cuja condicionante antrópica pode ir até 22 m (diferença NPA-NmE). Esta variação de nível da água requer importantes medidas de mitigação e gestão das populações aquáticas na albufeira - marginais e pelágicas, que não se desenvolverão no presente trabalho, por extravasar o seu âmbito;
- ii) às flutuações de nível da água nos troços de ligação e especialmente nos canais a céu aberto; nestes sistemas, a secção e velocidade de escoamento, o tempo de retenção da água e as características físico-químicas são determinantes do tipo e abundância da vegetação aquática aí estabelecida (c.f. Ferreira *et al.*, 1999);
- iii) às flutuações do nível da água nas várias albufeiras receptoras, numa sequência propagativa de efeitos, sendo que o enchimento destas respeitará em termos gerais os critérios ilustrados na Figura 3.4.1.

Os sistemas intercalares constituídos pelas albufeiras dos Álamos (I a III) e Loureiro serão bastante peculiares, porquanto estas massas de água não apresentam funções de armazenamento relevantes e as suas aflúncias são muito inferiores à água em trânsito (no caso do Loureiro, as aflúncias médias naturais representam cerca de 1% do total da água circulante), ou seja, comportam-se como gigantescos 'baldes' de transferência de água, com um tempo de retenção extremamente baixo.

Os Álamos e o Loureiro serão massas de água relativamente pequenas (altura máxima de 37,5 m e de 25 m respectivamente) e de baixa profundidade média (cerca de 9 m e 7,5 m, respectivamente). *A grande instabilidade hidráulica que provavelmente ocorrerá nestas albufeiras pelo efeito do IBT, bem como a sua morfometria (com uma razão epilimnion/hipolimnion superior a 1), propiciará a mistura dos estratos térmicos e químicos existentes na massa de água e uma grande instabilidade térmica, com ruptura frequente da estratificação estival.* Evidentemente, quanto menor a instabilidade hidráulica (por exemplo, se o IBT não estiver em funcionamento), maior a probabilidade da estratificação térmica se estabelecer e da manutenção desta por maiores períodos de tempo.



Do ponto de vista mitigador dos impactes provocados pela massa de água eutrófica em trânsito, a turbulência hídrica e a instabilidade térmica são favoráveis, porque *o diminuto tempo de retenção e o elevado fluxo hidráulico não favorecem o aproveitamento dos nutrientes* provenientes dos sistemas dadores por parte dos produtores primários - algas e macrófitos. A diminuição do tempo de retenção hidráulico é aliás uma das formas mais praticadas de controle interno da eutrofização em massas de água lânticas. Assim, do ponto de vista de qualidade da água *é recomendável a manutenção dos tempos de retenção baixos e fluxo hidráulico elevado nas albufeiras de Álamos e Loureiro.*

É importante sublinhar que *as consequências do processo eutrofizacional já iniciado antes* (nas cargas nutritivas genericamente afluentes à bacia do Guadiana) *não estarão controladas, apenas adiado o processo em termos temporais e espaciais.* Em consequência, reflectir-se-ão a jusante, neste caso já nas albufeiras do Subsistema de Alqueva localizados na bacia do Sado, através do IBT Loureiro-Alvito. Como já foi referido, embora a implementação dos dispositivos de segregação de águas nestas albufeiras irá impedir que a carga eutrófica se reflecta nos meios naturais da bacia do Sado, devido à segregação das águas, o controle da eutrofização será sempre aconselhável de modo a garantir a melhor qualidade possível da água em transito no circuito hidráulico do subsistema, tendo em vista os seus usos futuros.

*O controle de um processo eutrofizacional deve ser iniciado o mais a montante possível em termos espaciais, temporais e instrumentais,* ou seja, e neste caso concreto, o controle, desvio e/ou tratamento (incluindo terciário) das cargas nutritivas pontuais existentes na bacia de drenagem da albufeira do Alqueva. Devem ser implementadas igualmente medidas de controle de fontes difusas, nomeadamente por aplicação do código de boas práticas agrícolas e a concertação com Espanha deste tipo de práticas, uma vez que uma parte da carga afluyente de nutrientes provirá das actividades humanas na bacia de drenagem em território espanhol.

De facto, por maiores os esforços que sejam envidados no controle do processo eutrofizacional no âmbito da implementação do Subsistema de Rega de Alqueva, ou mesmo no âmbito do EFMA em geral, a resolução efectiva deste problema só pode ser alcançada pelo controlo das fontes poluentes, sejam pontuais ou difusas, em território português e espanhol. Estas medidas extravasam obviamente o âmbito do presente projecto, e mesmo as competências do promotor do mesmo, fazendo antes parte de uma estratégia de ordenamento e de gestão do território a ser desenvolvida e implementada pelas várias entidades competentes na matéria. Este controlo das fontes poluentes enquadra-se, aliás, nos objectivos definidos pela Directiva Quadro da Água para a totalidade do território dos estados-membros da União Europeia.

A selecção das medidas mais convenientes de controle da eutrofização, em função da sua eficácia provável e aplicabilidade, na albufeira do Alqueva extravasa o presente trabalho. Contudo, julga-se



interessante enunciar as medidas mais comuns de controle interno da eutrofização em massas de água lânticas (Ferreira, 2000b), e que, caso não sejam implementadas nas albufeiras dadoras, terão que ser consideradas para as albufeiras receptoras: (i) actuando sobre as causas - inactivação do fósforo por adição de substâncias como sulfato de alumínio e nitrato de cálcio, extracção de água hipolimnética, arejamento hipolimnético, dragagem de sedimentos; e (ii) actuando sobre os efeitos - arejamento/agitação de toda a massa de água, controle da biomassa algal por agentes físicos, químicos, bioquímicos e biológicos, controle da biomassa vascular por agentes físicos, químicos, bioquímicos e biológicos, e ainda biomanipulação.

Em relação às restantes albufeiras do Subsistema de Alqueva, tudo leva a crer que a agitação, instabilidade térmica e tempos de retenção curtos das albufeiras dos Álamos e do Loureiro, impedirão em grande parte o desenvolvimento local dos efeitos da eutrofização, pelo que não são de encarar os métodos já antes enunciados como associados ao controle destes efeitos: arejamento total da massa de água, controle físico, químico ou biológico da biomassa algal ou de macrófitos.

Quanto ao controle das causas (ou seja, os nutrientes), a agitação e mistura das águas já promove a oxigenação hipolimnética; a adição de sulfato de alumínio ou outros químicos apresenta inconvenientes importantes tendo em conta a toxicidade destes e os volumes de água em trânsito; e a dragagem de sedimentos pressupõe uma taxa de sedimentação de materiais orgânicos proporcional à sua formação na coluna de água, o que não é evidente que venha a ocorrer, uma vez que em albufeiras amícticas e de grande turbulência a biomassa algal é pouco predictível.

Assim, a regressão trófica deverá preferencialmente ser exercida na albufeira do Alvito ou para jusante, nas outras albufeiras da bacia do Sado. Para estas massas de água aplicam-se genericamente as medidas de regressão trófica já enunciadas para a albufeira do Alqueva, e cujo desenvolvimento ulterior não se considera ser do âmbito deste trabalho.

Em relação à biomanipulação, o princípio teórico de utilização deste método para controle eutrofizacional consiste no fomento de zooplâncton filtrador de algas e/ou controle dos peixes zooplancívoros. Quanto maior a população de zooplâncton filtrador (especialmente na fase de crescimento exponencial da biomassa algal normalmente registada na Primavera), maior a extracção de nutrientes da massa de água através da sua incorporação em material biológico. Os peixes predadores zooplancívoros capazes de fazer diminuir as populações de zooplâncton realizam o processo contrário, fomentando a eutrofização. Assim, a biomanipulação consiste na largada de populações de grandes microcrustáceos filtradores e/ou no controle dos peixes zooplancívoros. A biomanipulação é correntemente praticada em países como a Holanda e os EUA, e tem uma eficácia bem demonstrada, embora variável com as diferentes condições das massas de água e os anos hidrológicos.





Embora não existam em Portugal espécies dulçaquícolas tipicamente zooplantívoras (excepção feita às populações de sáveis que persistem nas albufeiras de Castelo de Bode e Aguieira), foi demonstrado que a espécie exótica perca-sol (*Lepomis gibbosus*) consegue desenvolver populações muito abundantes no habitat pelágico de muitas albufeiras a Sul do Tejo, consumindo quantidades importantes de zooplâncton de grandes dimensões (Godinho, 2003, e referências nele contidas), podendo assim favorecer a eutrofização, tal como foi evidenciado para a sua congénere *Lepomis macrochirus* nos EUA. Um estudo experimental recente realizado em Espanha, demonstrou a capacidade da perca-sol para estimular a eutrofização nas Tablas de Damiel, bacia do Guadiana (Angeler *et al.*, 2002).

A perca sol é uma espécie exótica de ocorrência relativamente recente, com tendência para as suas populações se expandirem e dominarem os ecossistemas onde se estabelece, sendo uma das poucas espécies exóticas em Portugal classificada como invasora, de acordo com a última avaliação de peritos (incorporada no Anexo do Decreto-Lei 565/99 de 21 de Dezembro).

O achigã *Micropterus salmoides*, um predador exótico igualmente naturalizado em Portugal, consegue ser relativamente eficaz para controlar a abundância das populações de perca sol, em particular quando as suas populações são geridas/manipuladas com esse fim (Godinho, 2003, e referências nele contidas). Sobre a gestão/fomento da espécie exótica achigã, serão ainda feitas as seguintes observações: (i) trata-se de uma espécie que se encontra naturalizada em águas portuguesas há muitas gerações, desde o início dos anos cinquenta; (ii) não tem um carácter invasor do ponto de vista populacional, de acordo com a última avaliação de peritos (incorporada no Anexo do Decreto-Lei 565/99 de 21 de Dezembro), (iii) incorpora a elevada biomassa da perca-sol num nível trófico superior que pode depois ser extraído do sistema (tal como recomendado e praticado nas técnicas de biomanipulação) e (iv) apresenta elevada qualidade desportiva e gastronómica, ou seja, representa uma mais-valia económica.

O ambiente limnológico das futuras massas de água dos Álamos e do Loureiro será muito instável, não necessariamente do ponto de vista físico-químico porque a mistura de estratos aquáticos é grande (e portanto estes apresentarão tendencialmente a mesma temperatura, oxigénio dissolvido e outros parâmetros em toda a coluna de água, pelo menos durante a transferência de água) mas sobretudo do ponto de vista hidrodinâmico, ao introduzir a variável turbulência como determinante da estrutura das comunidades instaladas. Estes sistemas tenderão a privilegiar a existência de comunidades pelágicas tolerantes à turbulência e turvação, com ciclos de vida curtos e de alimentação oportunista e de base detritica, com variações populacionais intrinsecamente estocásticas e de fraca interacção biótica. Devido à provável grande variação do nível da água e geral turbulência destes sistemas, as comunidades bentónicas (litorais e de fundo) tenderão também a ser inestruturadas e de variações populacionais estocásticas.



As populações piscícolas que aí se instalarem terão bastantes dificuldades de recrutamento (quer provenientes de desovas efectuadas nas zonas litorais, quer nos afluentes) e de alimentação, pelo que se prevê o natural estabelecimento de poucas espécies, com alimentação de base detritica e com estratégias de vida oportunistas. No caso concreto da albufeira do Loureiro, e tendo em conta as populações existentes na ribeira do Loureiro e a composição ictiológica do tipo ecológico provável a que esta albufeira pertencerá (Ferreira & Godinho, 2002), a ictiofauna futura será potencialmente dominada, quer em biomassa quer em número por espécies exóticas (carpa, gambúsia, perca-sol e achigã) ocorrendo também pequenas populações de ciprinídeos potamódromos nativos, sobretudo barbos e bogas da bacia do Guadiana. Esta evolução foi explanada no ponto 4.6.5 e encontra-se documentada para albufeiras ibéricas (e.g. Rodriguez-Ruiz, 1998).

A mitigação de impactes da construção de uma albufeira ibérica e a manutenção de populações piscícolas de estrutura equilibrada, reside essencialmente (i) na diminuição da rapidez e frequência das flutuações do nível da água, (ii) na protecção e promoção de habitats de desova e alimentação, (iii) na manutenção da ligação funcional ecológica entre a albufeira e os seus afluentes e (iv) no ajuste da pirâmide etária e trófica existentes por repovoamentos (Ferreira, 2000a e b). No caso concreto da albufeira do Loureiro, está-se em presença de uma situação curiosa, porquanto *a manutenção de populações piscícolas nativas da bacia do Guadiana equilibradas e íntegras colide com os interesses da mitigação do IBT.*

De facto, a gestão destas populações, nomeadamente a conservação de populações piscícolas indígenas, aconselharia a aumentar a estabilidade e estrutura do sistema - diminuir as flutuações de nível, garantir as rotas de migração de desova das espécies potamódromas, garantir zonas de leitos marginais com estabilidade suficiente para a existência de macrófitos e de macroinvertebrados, diminuir a probabilidade de estabelecimento de espécies exóticas, etc. Porém, do ponto de vista de mitigação do IBT, *interessa sobretudo garantir que o ambiente aquático da albufeira do Loureiro se torne o mais inóspito possível dos pontos de vista físico, químico e biológico por forma às espécies nativas da bacia do Guadiana encontrarem o máximo de dificuldades em aí se estabelecerem* e em consequência, diminuir a probabilidade da sua passagem para a bacia do Sado.

Esta inospicidade é propiciada pela turbulência e ambiente hidráulico instável, mas pode igualmente ser fomentada biologicamente, através do incremento de espécies predadoras exóticas, preferencialmente já naturalizadas no país e frequentes nas bacias do Guadiana e do Sado, e que inevitavelmente ocorrerão na futura albufeira do Loureiro, tal como aconteceu em praticamente todas as albufeiras portuguesas, por introdução ilegal. É o caso do achigã (*Micropterus salmoides*). As espécies exóticas tenderão de resto a dominar o ecossistema léntico instável da albufeira do Loureiro, mas todas as que “naturalmente” aí



poderão ocorrer *são de distribuição generalizada a Sul do Tejo (essencialmente achigã, perca-sol, carpa comum e gambúsia), não colocando problemas a sua passagem para a bacia do Sado.*

A albufeira do Alvito coloca questões ainda mais complexas no que toca à mitigação do IBT. Trata-se de uma albufeira de dimensões médias (1480 ha) mas de baixa profundidade (profundidade média de cerca de 9 m), com um recorte de margem bem desenvolvido e grande número de ilhas e penínsulas, propícios ao estabelecimento de populações litorais relativamente bem estruturadas. A configuração desta massa lântica deve-se ao facto da barragem do Alvito ter sido dimensionada para ser o principal centro de distribuição de água para o Baixo Alentejo, no âmbito do então Plano de Rega agora encarnado no EFMA, tendo estado portanto a ser explorada, desde a sua construção, bem abaixo dos níveis para o que foi dimensionada.

A albufeira do Alvito apresenta uma estratificação monomíctica quente e estado tendencialmente mesotrófico, e a nível da bacia do Sado é considerada uma albufeira de boa qualidade físico-química e biológica (Ferreira, 2002). O seu valor regional em termos de pesca desportiva é muito grande, tratando-se da albufeira da bacia do Sado com maior número de concursos de pesca de competição, para além de intensa actividade de pesca individual e de lazer a ela associada (Ferreira *et al.*, 1999b).

*A incorporação da massa de água em trânsito no circuito do IBT na albufeira do Alvito vai acarretar um impacte negativo irreversível sobre esta albufeira, devido ao aumento considerável dos volumes em trânsito e à diminuição dos tempos de residência, afectando o funcionamento do ecossistema aquático e as actividades de pesqueiros actuais, com as suas mais-valias regionais. O IBT terá uma capacidade de transferência de 16 até 32 m<sup>3</sup>/s. O seu funcionamento em pleno aumentará o fluxo de água e diminuirá o tempo de retenção (o tempo médio de retenção passa dos actuais 4 anos para 1-3 meses), afectando a estabilidade da estratificação térmica e tornando mais instável todo o sistema lântico. Esta instabilidade reflectir-se-á na estrutura e integridade das populações vegetais e animais existentes, incluindo colonização de habitats, alimentação e recrutamento.*

A transferência para a albufeira do Alvito de enormes massas de água de elevado conteúdo em nutrientes e de qualidade meso-eutrófica a partir da bacia do Guadiana (a simulação prevê concentrações de clorofila-*a* superiores a 50 µg/l, entre o final de Março e o final de Setembro - FBO, 2001), acarretará também necessariamente uma degradação da qualidade da água da albufeira do Alvito, tanto mais que o volume e morfometria desta tenderá a permitir a existência de uma estratificação estival, cuja estabilidade e permanência dependem do regime de exploração.

Entre as *consequências limnológicas desta degradação da qualidade ecológica da albufeira do Alvito*, incluem-se: remobilização e regeneração interna do fósforo dos sedimentos, desoxigenação parcial ou



total do hipolimnion, diminuição da transparência da água, e substituição das comunidades fitoplanctónicas actualmente dominadas por algas cloroficianas por comunidades dominadas por populações de algas azuis (cianobactérias) que se expandirão em magnitude e período de dominância, com aumento geral da densidade, biomassa e biovolume. É de prever a redução acentuada dos macrófitos e dos habitats litorais, com igual depressão das populações de macrobentos. As comunidades piscícolas resultarão bastante afectadas (por redução das zonas de abrigo, desova e alimento), bem como as actividades piscatória e de lazer.

Do ponto de vista da mitigação do IBT, contudo, a criação de um ambiente aquático mais instável e inóspito do que o presente, reduz a probabilidade do estabelecimento das espécies piscícolas nativas que possam ser ocasionalmente transferidas a partir da bacia do Guadiana (tal como se desenvolveu para a albufeira do Loureiro). Assim, no caso da albufeira do Alvito, *admite-se a aceitação de uma degradação geral das condições do meio aquático do sistema receptor como contribuição para a mitigação dos efeitos do IBT.*

Para acentuar a inopacidade da albufeira do Alvito poderão ainda ser realizadas acções de fomento piscícola conducentes à manutenção de populações populacionalmente equilibradas (ou seja, com uma pirâmide etária bem estruturada) de achigã, como: (i) medida adicional de controle da passagem de espécies indígenas entre bacias, (ii) meio de controle de espécies zooplánctivas (ou seja, a perca-sol) e logo, indirecto dos efeitos da eutrofização, e (iii) medida compensadora das mais-valias sociais e piscatórias regionais centradas na albufeira do Alvito, e que serão perdidas com o IBT.

Face à degradação da qualidade ecológica que se prevê irá ocorrer na albufeira do Alvito será necessário proceder à manipulação das populações do predador, de modo a mantê-las adequadas. Estas acções incluem intervenções ao nível das populações piscícolas, ao nível dos habitats da albufeira e ao nível da prática da pesca, cujo desenvolvimento detalhado e quantificação de meios e procedimentos não cabe no contexto temático deste trabalho, mas sim *deverá ser desenvolvido num Plano de Ordenamento Piscícola da albufeira do Alvito.*

Não obstante e genericamente, entre as medidas de fomento piscícola dirigido a esta espécie, recomendam-se: (i) criação de heterogeneidade habitacional através do afeiçoamento de zonas de margens compostas (semeadas de graminhão *Paspalum paspalodes* ou outras gramíneas tolerantes a ciclos rápidos de emersão/submersão) e a introdução de estruturas submersas naturais (pedras, troncos, etc.), bem como (ii) repovoamentos das classes etárias de achigã necessárias à manutenção de um bom nível de adultos reprodutores e uma boa taxa anual de recrutamento, e ainda (iii) a circunscrição e controle da actividade da pesca no espaço, no tempo e no esforço de captura.



## Troços de ligação

Os troços de ligação Alqueva-Álamos e Álamos-Loureiro incluem vários tipos de canais e estruturas hidráulicas. No total, *mais de 8 km são constituídos por canais trapezoidais a céu aberto*, com 3 a 4,5 m de largura de rasto e 4,5 m ou mais de altura máxima, nas suas dimensões de projecto. Contudo, a largura e profundidade de escoamento, e bem assim a sua velocidade, apresentarão variações de acordo com o volume de água em trânsito. Por exemplo, no canal Álamos-Loureiro, para 37 m<sup>3</sup>/s, a profundidade da água no canal será de 3,7 m. A velocidade de escoamento é função do caudal e da secção, com máximos superiores a 3 m/s para o maior caudal máximo de dimensionamento, mas provavelmente será em geral *circa* de 2 m/s ou menos, tal como acontece na maior parte dos sistemas de rega e condução de água por canais do país.

Os restantes 5 km são constituídos por canais cobertos (sobretudo galerias *cut and cover*). Existem igualmente estruturas hidráulicas associadas, como sifões, comportas e ensecadeiras, para além de vários sistemas de filtragem de materiais grosseiros, nomeadamente entre Álamos I e Loureiro.

Quanto ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, este é bastante complexo, incluindo uma sucessão de 11 km de condutas, tubos, galerias fechadas, canais a céu aberto, comportas e bacias de dissipação.

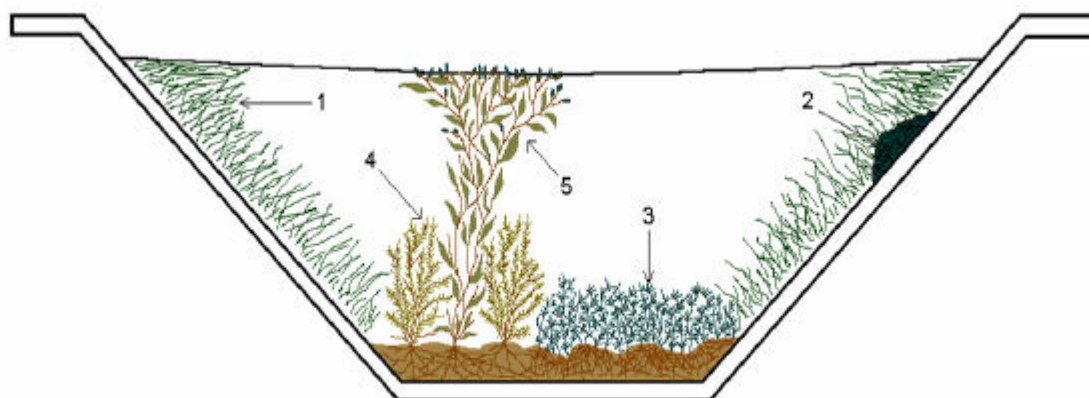
### *Manutenção dos canais a céu aberto*

Os canais de rega mediterrâneos a céu aberto são ecossistemas artificiais que apresentam elevada produtividade biológica, estimulada pelo elevado nível de nutrientes da água, pela velocidade da corrente e pela luminosidade. Assim, formam-se vastas massas de vegetação aquática quer nas paredes do canal (sobretudo macroalgas filamentosas) quer no fundo (hidrófitos de diferentes espécies) (Figura 6.7.1). Os macrófitos residentes atingem frequentemente densidades populacionais e biomassas elevadas (até 1 kg/m<sup>2</sup> de peso fresco), sendo responsáveis por graves problemas nas redes de canais actualmente existentes, tais como: impedimento do fluxo de água; redução da capacidade de circulação e distribuição da água e perturbação do funcionamento dos instrumentos de regulação dos caudais e dispositivos de rega (Ferreira *et al.*, 1999; Franco *et al.*, 2002a; 2002b).

A composição vegetal de canais deste tipo foi caracterizada com base no seu inventário em perímetros de rega distribuídos por todo o país, e inclui 27 espécies de hidrófitos e briófitos e quase o dobro de macroalgas. A sua biomassa é função (estatisticamente significativa) do tempo de retenção da água no canal, da velocidade da corrente e do estado de manutenção dos canais (nomeadamente fissuras e sedimento depositado no fundo).



Para além desta vegetação, os canais são povoados por um grande número de macroinvertebrados (embora de riqueza específica baixa), ocorrendo ainda populações de algumas espécies piscícolas, sendo mais importantes e características as de verdemã - *Cobitis* spp. De facto, em muitos sistemas de canais, a água residual existente nos períodos em que não estão em funcionamento (Outubro a Março), é suficiente para manter viáveis estas populações, que possuem aqui abrigo e alimento abundante, sem predadores.



**Legenda:** 1 e 2 - macroalgas verdes e castanhas; 3 - Briófitos; 4 - *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum* spp.; 5 - *Potamogeton* spp.

Figura 6.7.1 – Esquema simplificado de estabelecimento e composição vegetal típica de um canal

Um dos maiores problemas de gestão deste tipo de canais consiste no permanente destacamento de massas biológicas das paredes e do fundo, que são arrastadas pela corrente e colmatam os canais e estruturas a jusante, nomeadamente sistemas de rega. Um aumento abrupto do volume de água escoado, após períodos de menor fluxo (tal como o que ocorre em geral num regime hidráulico associado a uso para rega), resulta em destacamentos maciços da biomassa vegetal, que tendem a enrolar-se sobre si próprios, formando “rolhões biológicos”, que é necessário recolher, junto a grelhas, comportas e outras estruturas.

De facto, os crescimentos exacerbados de biomassa vegetal são a regra geral em canais a céu aberto de zonas temperadas quentes, e um problema difícil de resolver, requerendo manutenção e controle constantes. Assim, *deverá dar-se especial atenção à manutenção dos canais a céu aberto incluídos no circuito hidráulico e à gestão das populações aquáticas aí existentes, em especial a vegetação aquática.*

Em Portugal, apenas se pratica o controle destas massas biológicas por barreiras e limpeza mecânica (baixa eficácia, elevados custos), embora vários outros métodos de controle possam ser utilizados (físicos, químicos, bioquímicos ou biológicos) e tenham sido testados em vários perímetros de rega.

Os métodos de controle testados em canais portugueses até ao momento incluíram (Franco *et al.*, 2002):  
(i) revestimento por telas para diminuição da rugosidade e aderência vegetal (baixa eficácia, elevados



custos); (ii) substâncias químicas incorporadas em diferentes tipos de vernizes e tintas betuminosas e plásticas, incluindo sobretudo compostos de cobre e triazida (baixa a média eficácia, elevada toxicidade); (iii) colocação de telas de plástico e redes sobre os canais para controle por ensombramento (eficácia variável, elevados custos, pouco praticável); (iv) controle bioquímico com exudados de feno em decomposição (baixa eficácia, custos baixos); e (v) controle biológico com a carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* (elevada eficácia, custo médio a baixo).

A carpa herbívora é uma espécie asiática naturalizada na Europa há vários séculos, mas não na Península Ibérica, embora tenha sido utilizada pontualmente em Espanha para controle de vegetação em canais. Para evitar a sua eventual expansão em sistemas naturais, nos E.U.A. são extensivamente utilizadas carpas herbívoras triplóides (ou seja, incapazes de se reproduzir) no controle de vegetação aquática.

Ensaaios com gaiolas *in situ* e em troços confinados de canais revestidos demonstraram que a carpa herbívora tolera bastante bem este ambiente aquático, nomeadamente a gama de velocidades da corrente que aí existe, e é capaz de se alimentar quer da vegetação das paredes e fundos quer da vegetação arrastada.

A carpa herbívora cumpre ainda os requisitos exigidos pelo Decreto-Lei 565/99 de 21 de Dezembro, para a utilização de espécies exóticas em Portugal: (i) o objectivo da sua introdução relaciona-se com actividades humanas produtivas, (ii) não existe contrapartida nas espécies indígenas para um regime alimentar semelhante e (iii) já foi efectuado e entregue um dossier de análise de impactes ambientais decorrentes do seu uso à autoridade administrativa da tutela.

Tendo em conta o que foi desenvolvido nos anteriores parágrafos, nomeadamente a enorme biomassa de vegetação aquática que irá acumular-se nos canais a céu aberto e os meios até ao momento testados do seu controle, *as medidas de gestão e controle de vegetação em canais deverão ser centradas na recolha mecânica e acções de manutenção das estruturas, podendo ambas ser complementadas com a utilização de carpa herbívora.* A ser adoptada esta última alternativa, recomenda-se que ela seja *sempre complementar das medidas anteriores* e, à semelhança do que ocorre na Holanda, que seja controlada por instituições estatais, responsáveis pela produção e fornecimento dos animais triplóides.

#### ***Controlo eutrofizacional nos troços de ligação***

Para além de acções de regressão trófica nas massas de água dadoras e receptoras, poderia ser também considerado o controle da eutrofização nos troços e canais de ligação. *Teoricamente, o controle da eutrofização nos troços de ligação deveria ser dirigido para a seguinte evolução trófica: (i) diminuição do fluxo da água por forma a ocorrer sedimentação e processamento das formas orgânicas e inorgânicas de*



fósforo e outros nutrientes (por complexação, floculação e mineralização); (ii) incorporação destes nutrientes em material biológico a um ou vários níveis tróficos; e (iii) extracção deste material biológico do meio aquático.

A dragagem de sedimentos curto-circuita os pontos (i) e (ii), retirando directamente o material químico e bioquímico para o exterior, mas é mais onerosa e ecologicamente menos interessante. Nos troços e canais de ligação, a diminuição do potencial trófico da água equivaleria assim ao aumento do tempo de retenção da água e fomento da incorporação dos nutrientes em material biológico, por exemplo, através de um rosário de empoçamentos ao longo dos canais, ou uma zona de canais paralelos de diversão da água em trânsito. Contudo, os tempos elevados necessários de retenção hidráulica e o enorme volume de água em trânsito, inviabilizam na prática a aplicação destas soluções, ao longo dos troços de ligação no circuito Alqueva-Alvito. As mesmas razões hidráulicas inviabilizam a maior parte das formas de controle químico ou bioquímico, por exemplo, a extracção do fósforo por precipitação com sulfato de alumínio, biocidas como o cloro ou o sulfato de cobre, ou a inibição bioquímica do crescimento algal com peróxido de hidrogénio, para além de considerações de outro tipo, como a sua eventual toxicidade.

Neste sentido não se recomenda a realização de nenhuma acção de regressão tróficas nos troços e canais de ligação no circuito Alqueva-Alvito, devido aos grandes caudais em trânsito e à elevada velocidade de transporte da água. Seria interessante, no entanto, implementar medidas de regressão trófica em outros troços do circuito hidráulico a jusante de Alvito, em que as dimensões de caudais e velocidade de transporte fossem baixas o suficiente para o permitir.

Estas medidas poderiam ser conseguidas pelo afeiçoamento de um determinado troço do circuito hidráulico para o controle da eutrofização, consistindo no favorecimento da sedimentação de materiais em suspensão, na incorporação dos nutrientes em material biológico (macrófitos, fitobentos e animais filtradores) e remoção destes por recolha mecânica ou herbivoria. Entre as medidas possíveis, poderiam ser colocados a intervalos regulares, num determinado troço de canal, soleiras de enrocamento sobressalientes em trapezóide, de tal forma que seja fomentada a sedimentação dos materiais em suspensão nas zonas de depressão entre soleiras, no fundo do canal, provavelmente colonizadas por vegetação aquática, enquanto a água em trânsito passa sobre estas estruturas (inertes ou biológicas).

O início da incorporação biológica teria lugar nesta zona, mas deveria ser completada numa estrutura conjunta de crescente largura, afeiçoada em degraus com plataformas largas e de baixo desnível entre elas, formadas por gabiões de material natural, como troncos de árvores ou pedras da região. Este conjunto poderia ainda ser articulado com linhas de águas que o troço em questão eventualmente intersectasse, formando uma área alagada e coberta de vegetação helofítica (plantada ou naturalmente colonizadora), ou seja, um 'filtro biológico' de nutrientes. Este filtro estaria sujeito a fortes variações do





nível da água, pelo que a vegetação que aí ocorresse teria de ser tolerante (a vegetação ribeirinha natural desta região é naturalmente tolerante a períodos de imersão/emersão), enquanto a estrutura em degraus aumentaria a tendência para a ocorrência de espécies com grande flexibilidade e mobilidade propagativa.

Toda a estrutura constituiria um campo otimizado de produção biológica, pelo que o material vegetal rapidamente acumulado deveria ser periodicamente removido, através de recolha mecânica ou/e com a ajuda de carpa herbívora. Ou seja, uma estrutura de remoção biológica como a referida requereria uma manutenção constante e uma gestão orientada por técnicos especializados. A nível de técnicas de despoluição e de saneamento básico, existe já uma vasta experiência acumulada em vários países sobre a utilização de *leitos de macrófitas* semelhantes ao descrito, para extracção de nutrientes e tratamento terciário, que podem ser utilizadas neste caso.

Propõe-se assim que no desenvolvimento posterior do circuito hidráulico do Subsistema de Rega de Alqueva a jusante da albufeira do Alvito seja considerada esta possibilidade, no sentido de encontrar um troço do circuito hidráulico em que fosse viável a implementação de uma solução de regressão trófica semelhante à descrita, o mais a montante no sistema possível.

No que respeita ao troço de ligação que se encontra mais especificamente em estudo no presente EIA, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito, este é bastante complexo, incluindo uma sucessão de 11 km de condutas, tubos, galerias fechadas, canais a céu aberto, comportas e bacias de dissipação, em que se podem distinguir três zonas: a da tomada de água, o túnel de ligação propriamente dito e a obra de saída.

Em relação à tomada de água na albufeira do Loureiro interessaria teoricamente, e do ponto de vista do controlo eutrofizacional, (i) uma tomada de água epilimnética, e ainda (considerando as condicionantes de qualidade da água e a baixa profundidade da albufeira) (ii) na zona trofogénica (apresentando uma relação fotossíntese/respiração positiva e portanto bem oxigenada, normalmente situada até 6 m de profundidade) e (iii) afastada da margem para evitar a perturbação morfodinâmica aí existente.

No entanto, como já foi descrito anteriormente, os elevados caudais em trânsito e o curto período de residência dos mesmos na albufeira do Loureiro irão induzir uma elevada instabilidade hidráulica e térmica, pelo que é pouco provável que a albufeira do Loureiro estratifique no período de exploração, excepto em situações extraordinárias e pontuais. Assim, a alteração da tomada de água só teria efeitos mitigadores apreciáveis sobre a qualidade da água a transferir se, durante a fase de exploração, ocorressem por qualquer motivo interrupções da transferência de água longas o suficiente para permitir o desenvolvimento de estratificação térmica na albufeira do Loureiro.



Assim, numa situação normal de exploração prevê-se que toda a massa de água estará homogeneizada, pelo que a necessidade de colocar a tomada de água no epilimnion e na zona trofogenica não será essencial. Para além disto, a tomada de água na albufeira do Loureiro encontra-se já desenvolvida a projecto de execução, conforme aliás descrito no capítulo 3, pelo que a sua alteração implicaria custos elevados em termos financeiros e operacionais.

Tendo em conta os elevados custos envolvidos e os reduzidos benefícios eventualmente obtidos, do ponto de vista do controlo eutrofizacional, considera-se que a alteração da tomada de água na albufeira do Loureiro não deverá ser uma medida prioritária, no que se refere ao seu efeito mitigador sobre a qualidade da água a transferir. Todavia, não se exclui totalmente a possibilidade de aplicação desta medida, dada a possibilidade referida de ocorrência de paragens da exploração longas o suficiente para permitir a estratificação, e dado que a alteração da tomada de água poderia ainda ter efeitos mitigadores sobre a transferência de organismos no IBT Loureiro-Alvito, como se discute adiante.

#### ***Controlo da passagem de organismos no IBT Guadiana-Sado***

O problema da transferência de formas de vida animais e vegetais entre as bacias do Guadiana e do Sado é um dos principais impactes potenciais do Subsistema de Rega de Alqueva, pelo que se desenvolvem neste capítulo medidas concretas para a sua mitigação. *Será através do IBT Loureiro-Alvito que se poderá concretizar a passagem de espécies animais e vegetais aquáticas entre as bacias do Guadiana e do Sado*, pelo que é no âmbito deste projecto que as medidas deverão ser implementadas. Nas transferências de águas que se realizam a montante do IBT Loureiro-Alvito (Alqueva-Álamos e Álamos-Loureiro) estes problemas não se colocam, já que estas correspondem a transferências intra-bacias.

O problema de transferência de organismos não apresenta a mesma importância para os vários grupos biológicos presentes. A microvegetação aquática apresenta um relativo cosmopolitismo e uma distribuição de escala espacial ampla, nomeadamente o fitoplâncton e o fitobentos, pelo que a passagem de propágulos não coloca problemas, antes se processa naturalmente a uma escala regional.

Embora de expressão ecológica a uma escala espacial inferior, a vegetação aquática e ribeirinha das bacias do Guadiana e do Sado apresenta grandes semelhanças (Aguilar *et al.*, em publ.; Ferreira *et al.*, 1998, 2000 e 2002), pelo que tão pouco se poderá considerar problemática a sua dispersão, inclusive se considerarmos apenas a componente de espécies exóticas da bacia do Guadiana, que podem igualmente ser encontradas na bacia do Sado. Também outras componentes do sistema parecem ser pouco expressivas em termos da diferença entre bacias, e.g. bentofauna (Pinto, em publ.).



Em geral, a ênfase de controle da passagem de espécies em IBT é centrada nas espécies piscícolas, cuja composição diferente nas duas bacias justifica de facto tais preocupações, tal como se desenvolveu na caracterização da situação de referência. As formas que se pretende impedir de passar entre bacias podem ser de maiores dimensões e com movimentos activos (adultos e juvenis) ou de pequenas dimensões e com movimentos passivos (ovos e larvas de peixes, e outros organismos, incluindo microinvertebrados).

As patologias de populações piscícolas em meio natural encontram-se ainda pouco estudadas e as consequências de IBT em termos sanitários, embora correntemente referidas, não foram ainda demonstradas, pelo que se recomenda que sejam contempladas no processo de monitorização posterior. Não foi encontrada evidência experimental, até ao momento, de controle de organismos patogénicos em IBT, e que na realidade corresponderia a sanear o próprio meio líquido transferido na sua totalidade. De qualquer modo, também aqui o dispositivo de segregação de águas terá um papel importante, já que limitará o contacto entre as águas das duas bacias ao circuito hidráulico de rega.

*Não existem receitas definitivas de impedimento da passagem de peixes em IBT, de facto, trata-se antes de minorar a probabilidade de passagem, de tal forma que esta se torne desprezável. O impedimento de passagem de peixes em IBT deve obedecer aos seguintes princípios orientadores - para o presente trabalho e em geral: (i) o controle deve ser efectuado por vários mecanismos, de vários tipos, sendo que quantos mais destes mecanismos se encontram envolvidos, menor a probabilidade de passagem; (ii) o início do controle deve começar a ser efectuado o mais a montante possível no circuito hidráulico do IBT, ou seja, ainda no sistema dador; (iii) no controle da passagem, devem estar envolvidos mecanismos que, por um lado, dissuadam a passagem e, por outro, reduzam significativamente as probabilidades de passagem de organismos.*

Pretende-se assim propor um conjunto de mecanismos e dispositivos que minorem a probabilidade de passagem de peixes entre as duas bacias até um nível de risco aceitável, ou seja, em que a probabilidade de passagem seja desprezável. Uma dessas medidas foi já discutida na descrição do circuito hidráulico em análise, o dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, que auxiliará o controlo da passagem de peixes minimizando a probabilidade de algum organismo que passe para a albufeira do Alvito se dispersar para os meios naturais da bacia do Sado. No entanto, como referido será desejável que o controlo da passagem de peixes comece mais a montante, ainda no sistema dador.

A bibliografia existente sobre formas de controle é muito heterogénea, na proporção da variabilidade dos casos de estudo, das situações hidráulicas e da (ainda) considerável inexistência de evidência experimental sobre o tema. Entre as formas possíveis de controle, incluem-se os métodos (i) físicos: filtros, armadilhas e redes, electricidade (choques e barreiras), choques mecânicos e térmicos, luz e som;



(ii) *químicos*: diversos compostos naturais (vegetais) ou sintéticos; e (iii) *biológicos*, normalmente complementares dos anteriores, como a utilização de predadores. Uma síntese destes métodos foi anteriormente realizada em Ferreira *et al.* (1999). Novos elementos surgem pontual e regularmente na literatura da especialidade, e.g. Coutant (2001), Lucas & Baras (2001).

*A sequência de mecanismos de controle recomendada para o presente trabalho e em geral para IBT, pode indicar-se como: (i) afugentamento e dissuasão da entrada no circuito hidráulico (sistema dador); (ii) eliminação na passagem (sistema dador) e (iii) controlo no sistema receptor. Recomenda-se que exista pelo menos um tipo de controle no sistema dador e um tipo no sistema receptor.* Os IBT criam também frequentemente condições ecológicas de *stress* (e.g. pressão hidráulica, sobresaturação de oxigénio por emulsão da água, etc.), pelo que um controle adicional está normalmente associado a estas; neste caso, deve ser mencionada a inopacidade ecológica das albufeiras do Loureiro e do Alvito, que pode ser reforçada, como se desenvolveu anteriormente, em particular para as espécies cuja transferência seja mais problemática.

Em relação ao **controlo no sistema dador**, este deverá processar-se como foi dito o mais a montante possível. Como já referido, o circuito hidráulico Alqueva-Alvito inclui vários tipos de canais e estruturas hidráulicas associadas, como sifões, comportas e ensecadeiras, para além de vários sistemas de filtragem de materiais grosseiros. As comportas dos sistemas de rega, quando em funcionamento, aumentam a turbulência da água e a velocidade da corrente, e desencorajam a passagem de peixes entre troços de canal, mesmo de pequenas dimensões (Pinheiro *et al.*, 2002). *Recomenda-se assim que as grelhas (com o menor espaçamento possível de acordo com as possibilidades dinâmicas) e as comportas destes canais, sejam utilizados como uma primeira frente de controle da passagem de espécies entre sistemas, nomeadamente entre Álamos e Loureiro.*

Será, no entanto, na albufeira do Loureiro que se concentrarão as medidas de controle no sistema dador, e em particular na tomada de água do Troço de Ligação Loureiro-Alvito que, a par do dispositivo de segregação de águas, constituirá uma das infra-estruturas críticas no processo de controle da passagem de organismos no IBT em análise. De facto, no que respeita às medidas de controle no sistema dador, *recomenda-se que os elementos de dissuasão e eliminação das macroformas animais em trânsito entre sistemas, se instalem preferencialmente na zona da tomada de água, dada a sua acessibilidade, por comparação com a do túnel de ligação.*

A primeira medida de mitigação para a tomada de água que se poderia considerar diz respeito à própria localização e modo de captação da mesma. No que diz respeito ao controle da passagem de peixes no IBT, interessaria em termos teóricos que a tomada de água se situasse afastada da margem e a meia



profundidade, sensivelmente ao nível do NmE, de forma a reduzir a probabilidade de entrada de pequenas formas de peixes com movimento passivo (ovos e larvas).

No entanto, no sistema em análise a transferência de água terá início em Fevereiro, altura em que é pouco provável que existam já posturas nas margens, e prolongar-se-á até Setembro, induzindo grandes oscilações diárias no nível da albufeira e dificultando assim consideravelmente que ocorram condições adequadas à desova e/ou que as posturas sobrevivam. Assim, as condições normais de exploração do sistema já dificultarão a passagem destas formas de movimento passivo, mesmo com a configuração actual da tomada.

Considerando o descrito, e ainda os elevados custos já referidos que estariam envolvidos na alteração da configuração da tomada de água, não se define esta alteração como uma medida prioritária para o controle de passagem de peixes entre as duas bacias, já que esta medida apenas seria eficaz para eventuais períodos de interrupção da exploração do sistema que permitissem a desova e alevinagem nas margens da albufeira do Loureiro.

Todavia, e como já referido na discussão das medidas de controlo eutrofizacional, não se exclui totalmente o afastamento da tomada de água da margem e posicionamento da mesma no NmE como medida mitigadora a aplicar, embora não se a considere como prioritária. Este assunto é retomado no ponto 6.7.2.4, aquando da definição dos cenários de mitigação a implementar.

Para além da alteração do posicionamento da tomada de água, é possível considerar a implementação de várias outras medidas de controle na tomada de água para dissuasão, afugentamento e eliminação de peixes, incluindo filtros e redes, electricidade, luz e som.

As barreiras e tambores de filtros e redes têm uma eficiência variável dependendo do tamanho dos peixes, da quantidade e fluxo da água, e da quantidade de sólidos suspensos e detritos de diferentes dimensões que esta transporta, que provocam a sua colmatção, pelo que em geral volumes grandes de água limitam esta alternativa. Os sistemas de filtração são tanto mais eficientes quanto menor o fluxo e a velocidade da água, e o transporte de sólidos em suspensão. Contudo, quanto mais fina a malha (e.g. < 5 mm) mais eficientes na remoção de pequenas formas de movimentos passivos.

Os filtros requerem em geral uma permanente monitorização, limpeza e manutenção, pelo que normalmente se colocam em locais acessíveis. Alguns dos filtros mais usados, nomeadamente os filtros de tambor rotativo, mantêm a capacidade de passagem da água em trânsito, mesmo depois de totalmente colmatados, com vantagens hidro-dinâmicas evidentes do ponto de vista da obra. Teoricamente, no controlo da passagem de organismos num IBT poderia utilizar-se dois tipos de filtros mecânicos:



- uma barreira de rede de malha de maiores dimensões (e.g. 2 cm de entre nó) na obra de entrada do troço de ligação para impedir a entrada de macroformas de movimento activo; e
- uma bateria de filtros de tambor rotativo na obra de saída do troço de ligação para filtrar as pequenas formas de movimento passivo que tenham conseguido penetrar através dos sistemas anteriores de dissuasão e eliminação;

No caso específico do IBT Loureiro-Alvito, no entanto, as dimensões de caudais a transportar tornam inviável a utilização de filtros de tambor rotativo, pelo que não se propõe a aplicação desta forma de controle. *Recomenda-se, no entanto, a colocação de um filtro mecânico, constituído por uma barreira de rede de malha de maiores dimensões (e.g. 2 cm de entre nó) na obra de entrada do troço de ligação para impedir a entrada de macroformas de movimento activo.*

As *barreiras físicas de desvio* baseiam-se no princípio da condução das espécies por estímulos hidráulicos ao longo de estruturas submersas, por forma a afastá-las da estrutura que se quer evitar, frequentemente para um *bypass* desta. Em muitos casos, um 'tapete hidráulico' recebe as populações que completam a passagem no *bypass*, por exemplo, na transposição de albufeiras de montante para jusante. No presente estudo, as barreiras de desvio seriam difíceis de implementar na albufeira e, de qualquer forma, aplicam-se apenas a macroformas móveis e não a ovos e larvas.

As *barreiras de bolhas*, produzidas por tubos imersos, vêm sendo usadas há décadas para afastar os peixes de zonas de perigo; contudo, a evidência acumulada vem demonstrando que são bastante ineficientes, necessitando de ser usadas em conjunto com outros sistemas, geralmente barreiras de som e luz (Popper & Carlson, 1998; Lucas e Baras, 2001). Aplicam-se apenas a macroformas móveis e não a ovos e larvas.

As *barreiras ou faróis de luzes* vêm sendo usadas há vários séculos para atrair peixes e/ou desviá-los de zonas de perigo e podem ser de dois tipos: luzes de vapores de mercúrio que produzem uma luz contínua e luzes *strobe* de impulsos (aparentemente mais eficientes - Brown, 2000). São mais eficazes de noite do que de dia, embora também os movimentos das espécies sejam em grande parte efectuados de noite. A sua eficiência é inversamente proporcional à turvação da água e depende do comprimento de onda da luz emitida, da forma e intensidade de emissão da luz e da sensibilidade ao espectro de luz visível dos fotoreceptores das espécies a desviar.

O espectro de percepção de luz dos peixes varia em geral entre 400 e 700 nm, mas a máxima absorção varia muito com a espécie (por exemplo, é completamente diferente para anguilídeos e salmonídeos), desconhecendo-se o seu valor óptimo para as espécies ibéricas. Na perca-sol, por exemplo, um centraquídeo exótico existente em ambas as bacias, os picos de absorção fóptica processam-se entre os



525 e os 625 nm, conforme a forma de emissão. *Tendo em conta a turvação da água, o desconhecimento sobre a fotosensibilidade das espécies envolvidas e a inexistência de uma direcção preferencial para desvio das espécies, este método não é proposto.*

As *barreiras de som* também dependem muito da capacidade de audição das espécies envolvidas, que detectam os sons e fogem, em função da frequência. Encontra-se documentada a reacção de fuga a baixas frequências (infra-sons < 50 Hz) pelo menos para salmonídeos, ciprinídeos, gadídeos e moronídeos (Popper & Carlson, 1998). Encontra-se igualmente documentada a fuga sob o efeito de sons de alta frequência (ultra-sons de 110 a 140 kHz), mas apenas para clupeídeos do género *Alosa*, que não existem nas albufeiras em estudo. *A sua utilização no IBT em estudo é possível, desde que associado a outros dispositivos complementares.*

As *barreiras eléctricas* têm sido dos dispositivos mais utilizados para afastar peixes. A sua eficiência é muito variável dependendo da condutividade da água e da potência instalada. O campo eléctrico situa-se entre os eléctrodos, pelo que é eficaz apenas nas vizinhanças destes. Uma vez que se trata de um campo eléctrico, existe algum risco em termos de saúde pública, embora seja localizado apenas na área imediatamente adjacente aos eléctrodos. Este risco pode ser minimizado pela adopção de medidas cautelares adequadas, nomeadamente o isolamento da área em questão com cercado e a colocação de sinalização adequada.

Tendo em conta a elevada condutividade média da água transferida, a possibilidade de uso de uma bateria de eléctrodos e a possibilidade de restringir o acesso à zona, *sugere-se como estrutura de dissuasão a instalação de uma barreira eléctrica em conjunto com uma fonte de emissão de sons de baixa frequência, < 50 Hz.* Esta barreira eléctrica poderia ser constituída pela própria barreira de rede metálica proposta anteriormente, conjugando assim três mecanismos de controle: filtração, electricidade e som.

Em alternativa, a barreira de rede pode ser substituída pelo, ou incorporada no, sistema de gradagem e filtragem, já actualmente previsto com barras metálicas de 10-25 cm, para a obra de entrada. Este espaçamento entre barras deveria ser reduzido para a menor dimensão possível, do ponto de vista hidrodinâmico. *O conjunto destes três mecanismos – barreira física de rede, de electricidade e de infra-sons – constitui o sistema de afugentamento e dissuasão da entrada no circuito hidráulico recomendado para instalação na entrada do sistema de adução da albufeira do Loureiro, e é eficaz para macroformas móveis e não para ovos, larvas e microinvertebrados.* De qualquer forma, e como já foi referido anteriormente, a passagem de orvos e larvas será já dificultada pela exploração da albufeira, com o início da transferência de água numa época do ano em que ainda não é expectável que já existam posturas das espécies críticas, e com as flutuações do nível ao longo da época de reprodução a dificultarem a realização de posturas viáveis.



No que diz respeito à *fase de controlo na passagem, propõe-se a incorporação de uma zona de choque eléctrico entre estas grades e a transição para o emboquillamento de montante do túnel, destinada à eliminação de pequenas formas de movimento passivo*. Sugere-se que o campo eléctrico seja de corrente contínua, funcionar em permanência durante a fase de trânsito da água e apresentar cerca de 1000 V e 5 a 6 A. Necessariamente, deve garantir-se o seu isolamento (por exemplo, utilizando uma das condutas subterrâneas). Quanto à possibilidade de introdução de elementos tóxicos, tais como jactos de cloro, por exemplo na bacia de dissipação a céu aberto, a quantidade elevada de água a transferir e os efeitos colaterais de toxicidade desaconselham este processo, mesmo para venenos vegetais, como a rotenona.

Em relação ao **controlo no sistema receptor**, este irá ser efectuado pelo dispositivo de segregação de águas. A instalação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito surge como resposta ao parecer da CAIA ao EPIA do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001), onde esta entidade refere a vantagem de desenvolvimento de soluções hidráulicas que garantam *a segregação das águas do Guadiana e Sado*.

A implementação deste dispositivo constituirá uma medida de mitigação fundamental para os principais impactes do IBT Guadiana-Sado, nomeadamente para a qualidade da água, ao impedir que as cargas de nutrientes provenientes de Alqueva transitem para os meios naturais da bacia do Sado, e para a transferência de formas animais entre as duas bacias, limitando o seu acesso aos meios hídricos naturais na bacia do Sado.

De facto, este dispositivo garante que mesmo que algum peixe consiga transpor as medidas de controlo referidas anteriormente dificilmente terá acesso aos meios naturais da bacia do Sado, uma vez que, devido ao *bypass* dos caudais de manutenção ecológica, os caudais provenientes de Alqueva ficarão restringidos ao circuito hidráulico do subsistema de rega.

O único risco residiria na possibilidade de se verificar o estabelecimento de populações de espécies do Guadiana na albufeira do Alvito, muito embora este estabelecimento seja dificultado pela instabilidade hidráulica criada na massa léntica pela realização dos transvases.

O dispositivo de segregação de águas é assim uma das principais medidas mitigadoras ao IBT Guadiana-Sado, já que: complementarmente o conjunto de medidas de controlo de passagem de peixes, facilitará a não ocorrência de problemas sanitários, uma vez que a água transferida será enviada directamente para o sistema de rega e não para o sistema fluvial, e permitirá a libertação dos caudais de manutenção ecológica na ribeira de Odivelas a jusante do Alvito.





Refira-se ainda que os *bypass* de albufeiras são estruturas já bastante implementadas noutros países, cuja experiência demonstra constituírem uma das melhores formas da mitigação e gestão ecológica de rios regulados (c.f. Jungwirth *et al.*, 1998), nomeadamente ao permitirem a manutenção da continuidade ecológica entre segmentos fluviais.

O *bypass* do Alvito será uma estrutura inovadora na Península Ibérica e extremamente interessante do ponto de vista ecológico, contribuindo não só para a segregação da água transferida, mas também para a continuidade fluvial do sistema regulado. Os caudais em trânsito neste *bypass* deverão responder ao regime de caudais de manutenção ecológica definido para a ribeira de Odivelas, tarefa de que é objecto o ponto 6.7.3.

### **Sistemas fluviais**

As consequências, de nível primário, de um IBT em sistemas fluviais em termos gerais são em larga medida semelhantes às da regularização (Davies *et al.*, 1992), ou seja, a desvirtuação do regime natural de caudais, que passa a apresentar variações atípicas em magnitude e em periodicidade. Segue-se os efeitos de nível secundário e terciário, incluindo alterações da morfometria do leito, características físico-químicas da água e comunidades biológicas. No caso presente estes efeitos não se farão sentir nos sistemas fluviais da bacia do Sado, uma vez que os dispositivos de segregação de águas irão impedir que as águas provenientes do Alqueva transitem nos cursos de água naturais da bacia do Sado.

Com as barragens tem-se o correspondente efeito de barreira física, que consiste no impedimento da continuidade longitudinal natural do ecossistema fluvial e dos movimentos biológicos entre montante e jusante. As formas mais conhecidas de mitigação da regularização incluem (i) as passagens para peixes e (ii) a definição de um regime de caudais ecológicos, mais correctamente designável por *regime de caudais de manutenção ecológica* visto que não se destina a repor o caudal ecológico natural mas sim a substituí-lo por um caudal que garanta as condições de integridade das comunidades biológicas.

No IBT Álamos-Loureiro, não existe a necessidade de considerar a instalação de passagens para peixe na barragem do Loureiro, uma vez que é recomendável a garantia do isolamento e inospicidade da respectiva albufeira, para não propiciar o aparecimento de formas piscícolas indígenas que possam ser transferidas para a bacia do Sado. Por outro lado, sendo sempre água da bacia do Guadiana, não é justificável a existência de um *bypass* entre as cabeceiras e o troço a jusante da albufeira para assegurar o caudal ecológico deste, que pode ser fornecido pela própria albufeira.

Na albufeira do Alvito, devido à aplicação do conceito de segregação da água das duas bacias, também não se recomenda a instalação de uma passagem para peixes.



Quanto aos caudais de manutenção ecológica das ribeiras de Loureiro e de Odivelas, a definição do seu regime é abordada no ponto 6.7.3. No caso da albufeira do Loureiro estes caudais poderão ser garantidos pela barragem do Loureiro, no caso da albufeira do Alvito os caudais de manutenção ecológica serão derivados através do dispositivo de segregação de águas. Note-se que para a albufeira do Alvito só agora será implementado um regime de caudais de manutenção ecológica. Até ao momento o regime da ribeira de Odivelas entre as albufeiras do Alvito e de Odivelas dependia quase totalmente da transferência de água destinada a rega entre as duas albufeiras, que se processava pelo leito natural da ribeira, pelo que esta possuía um regime hídrico totalmente artificial, que será corrigido pela implementação do regime de caudais definido no presente estudo.

### 6.7.2.3. Síntese de princípios e técnicas de mitigação conhecidas para os transvases

Ao longo do ponto anterior foram descritas as várias técnicas e princípios de mitigação conhecidas da bibliografia e da prática para a minimização dos efeitos negativos provocados pelas transferências de água inter-bacias, e analisada a viabilidade da sua aplicação ao caso concreto do IBT Guadiana-Sado.

Devido à complexidade do tema abordado, julgou-se pertinente realizar uma síntese da análise efectuada nos pontos anteriores, tendo esta dois objectivos:

- Por um lado, são enumerados os princípios e técnicas de mitigação conhecidos para a minimização das transferências de água em geral (o sistema ecológico a que se referem encontra-se entre parêntesis: ALB - albufeiras; CH - circuito hidráulico; RIO - sistema fluvial; BH - bacia de drenagem), dado que estas informações poderão ser utilizadas noutros pontos do circuito hidráulico do EFMA, que não o troço de ligação presentemente em análise;
- Por outro lado, é analisada a viabilidade da aplicação dessas medidas ao IBT Guadiana-Sado, tendo em contas as especificidades do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, em termos das suas infra-estruturas, sistemas ecológicos e modelo de gestão previstos.

Esta análise prepara assim a tarefa de desenvolvimento de cenários de mitigação concretos para o Troço de Ligação Loureiro-Alvito, de que é objecto o ponto 6.7.3.

Recorda-se, contudo, que *é importante não realizar uma leitura descontextualizada dos princípios e técnicas descritas*, cuja lógica é determinada pelo funcionamento ecológico dos sistemas aquáticos e foi desenvolvida e explanada ao longo dos capítulos anteriores.



Quadro 6.7.2 – Síntese dos princípios e técnicas de mitigação conhecidas para IBT's

Princípios e técnicas gerais de mitigação	Troço de Ligação Loureiro-Alvito
1. Tanto quanto possível, deverá estabelecer-se o princípio da segregação da água em trânsito, como mecanismo de minimização das questões relacionadas com a qualidade da água, passagem de organismos e problemas sanitários (patologias de peixes) (ALB).	Este princípio é garantido no projecto em análise pela implementação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito.
2. A água das albufeiras dadoras deve ser proveniente do epilimnion, quente, bem oxigenada e com os respectivos elementos fosforados e nitrogenados incorporados no material biológico naturalmente ocorrente na coluna de água, em condições de luminosidade (ALB).	Devido aos elevados caudais em trânsito e reduzido tempo de residência dos mesmos na albufeira do Loureiro, não se espera que esta atinja a estratificação térmica, pelo que este princípio não é aplicável ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito.
3. A posição do sistema adutor na coluna de água das albufeiras dadoras deve ser o mais afastada possível da margem (ALB).	Este princípio destina-se a evitar a passagem de organismos, especificamente de pequenas formas de movimento passivo, como ovos e larvas. A transferência Loureiro-Alvito terá início em Fevereiro, altura em que é pouco provável que existam já posturas nas margens, e prolongar-se-á até Setembro, induzindo grandes oscilações diárias no nível da albufeira e dificultando assim consideravelmente que ocorram condições adequadas à desova e/ou que as posturas sobrevivam. Assim, a implementação desta medida funciona como garantia de redundância e deve ser considerada como alternativa à eliminação na passagem através de descargas eléctricas.
4. As transferências da água a realizar devem concentrar-se idealmente no período de estratificação das albufeiras dadoras, sensivelmente entre Maio e Outubro, para minimizar as questões da eutrofização (ALB).	O modelo de gestão definido para todo o Subsistema de Alqueva prevê transferências de Fevereiro a Setembro. No entanto, considera-se esta gestão adequada porque: (i) não se espera que a albufeira do Loureiro estratifique e (ii) o modelo de gestão foi desenvolvido em conjunto com os dispositivos de segregação de águas e destina-se a garantir esta segregação, evitando a descarga de caudais vindos de Alqueva pelas albufeiras do sistema em momentos de cheia.
5. Quer a nível dos sistemas dadores quer dos sistemas	O controlo das fontes poluentes do rio Guadiana, em



Princípios e técnicas gerais de mitigação	Troço de Ligação Loureiro-Alvito
<p>receptores deve ser implementado o processo de regressão trófica. O processo de regressão trófica deve ser iniciado o mais a montante possível em termos espaciais, temporais e instrumentais, e envolver técnicas de intervenção na bacias de drenagem (portuguesa e espanhola no caso da bacia do Guadiana) e nas várias massas de água (quer a nível das causas – nutrientes; quer a nível dos efeitos – biomassa vegetal) (ALB, CH, BH).</p>	<p>território português e espanhol, é a única forma de a longo prazo garantir a boa qualidade da água armazenada em Alqueva. Este controlo deverá fazer parte de uma estratégia de gestão do território a ser implementada pelas entidades competentes na matéria, indo ainda de encontro aos objectivos da Directiva Quadro da Água.</p>
<p>6. Quando possível deverão ser incorporadas técnicas de controle de eutrofização no próprio circuito hidráulico de transferência.</p> <p>Este controle deve ser dirigido para o seguinte processo de regressão trófica: (i) diminuição do fluxo da água por forma a ocorrer o processamento biológico e mineralização das formas orgânicas e inorgânicas de elementos nutritivos, (ii) incorporação dos nutrientes em material biológico a um ou vários níveis tróficos e (iii) extracção deste material biológico para o exterior do meio aquático.</p> <p>O controle deve concentrar-se na zona de saída da adução e ser assegurado por um filtro biológico de nutrientes, preferencialmente sob a forma de leito de macrófitos. Deverá ainda dar-se especial atenção à manutenção dos canais a céu aberto que estão incluídos no circuito hidráulico e à gestão das populações aquáticas aí existentes, em especial ao controle da vegetação aquática que aí se desenvolverá (ALB, CH);</p>	<p>Em relação ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, os elevados volumes e trânsito e velocidades de transporte inviabilizam a aplicação de medidas de regressão trófica. No desenvolvimento futuro do circuito hidráulico do Subsistema de Alqueva a jusante de Alvito deverá avaliar-se a viabilidade de aplicação de medidas deste tipo a outros troços do circuito hidráulico.</p>
<p>7. A ênfase de controle da passagem de organismos deve ser centrada nas espécies piscícolas, uma vez que a comunidade nativa é substancialmente diferente entre as duas bacias. O impedimento de passagem de peixes no IBT deve obedecer aos seguintes princípios orientadores: (i) o controle deve ser efectuado por vários mecanismos, de vários tipos, sendo que quantos mais destes mecanismos se encontrarem envolvidos, menor a probabilidade de passagem; (ii) o início do controle deve começar a ser</p>	<p>No ponto 6.7.2.4 são apresentados dois cenários alternativos de mitigação da passagem de peixes entre as bacias do Guadiana e do Sado. Estes cenários são compostos por um sistema de controlo no sistema dador (albufeira do Loureiro), composto por um conjunto de dispositivos de controle físicos, e um sistema de controle no sistema receptor, composto pelo dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito.</p> <p>Propõe-se ainda no capítulo 7 um programa de</p>



Princípios e técnicas gerais de mitigação	Troço de Ligação Loureiro-Alvito
<p>efectuado o mais a montante possível no circuito hidráulico do IBT, ou seja, ainda no sistema dador; <i>(iii)</i> no controle da passagem devem estar envolvidas formas de eliminação dos indivíduos em passagem, mas também e anteriormente a esta fase, deve ser efectuada a dissuasão da passagem.</p> <p>A sequência de mecanismos de controle recomendada pode indicar-se como: <i>(i)</i> afugentamento e dissuasão da entrada no circuito hidráulico (sistema dador); <i>(ii)</i> eliminação na passagem (sistema dador); <i>(iii)</i> controle à chegada ao sistema receptor. Recomenda-se que exista pelo menos um tipo de controle no sistema dador e um tipo no sistema receptor (ALB, CH, RIO).</p> <p>As consequências do IBT em termos sanitários, embora correntemente referidas, não foram ainda demonstradas, pelo que se recomenda que sejam contempladas no processo de monitorização posterior.</p>	<p>monitorização para os Ecossistemas Aquáticos.</p>
<p>8. Deve ser estabelecido um regime de caudais de manutenção ecológica para os sistemas fluviais a jusante das albufeiras. , assente nos seguintes princípios: <i>(i)</i> o regime de caudais de manutenção ecológica deve ser obtido a partir de séries com um número mínimo de 10 anos, que representam as condições eco-hidráulicas com as quais as populações biológicas evoluíram em concerto; <i>(ii)</i> o regime de caudais de manutenção ecológica deve ser baseado na análise dos resultados obtidos por vários métodos plausíveis para a sua determinação, e não apenas um método; <i>(iii)</i> o regime de caudais de manutenção ecológica deve ser estabelecido através de análise pericial dos resultados dos vários métodos, realizada na presença de secções fluviais in situ, por um conclave de especialistas de várias áreas do conhecimento limnológico, nomeadamente e pelo menos, hidrologistas e especialistas de macrófitos e galerias ribeirinhas, de macroinvertebrados e de ictiofauna (RIO).</p>	<p>No ponto 6.7.3 são definidos os regimes de caudais de manutenção ecológica para as ribeiras do Loureiro e de Odivelas, a jusante das barragens do Loureiro e do Alvito, respectivamente.</p>



#### 6.7.2.4. Cenários de mitigação propostos

A análise do circuito hidráulico que realizará o transvase Guadiana-Sado (ponto 6.7.2.1), dos sistemas ecológicos que aí se estabelecem ou que são influenciados por ele (ponto 6.7.2.2) e dos princípios e técnicas de mitigação conhecidas da bibliografia e da prática em sistemas semelhantes (sintetizadas no ponto 6.7.2.3) sustentam a definição de cenários de mitigação concretos, aplicados às especificidades do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, que se realiza no presente ponto.

Os cenários de mitigação correspondem assim a propostas de medidas concretas a implementar conjuntamente com o Troço de Ligação Loureiro-Alvito, de forma a mitigar os impactes potenciais provocados por este projecto sobre os Ecossistemas Aquáticos.

Procede-se primeiramente, no entanto, à apresentação de algumas considerações, derivadas das análises realizadas nos pontos anteriores, que não correspondendo a medidas de mitigação do presente projecto constituem-se como reflexões a considerar na estratégia futura de desenvolvimento do circuito hidráulico do Subsistema de Rega do Alqueva.

No que respeita à passagem de peixes entre as bacias do Guadiana e Sado é proposto nos cenários de mitigação um esquema de mecanismos que reduzirá a probabilidade de passagem de peixes a um nível aceitável, i.e., quantitativamente muito pequena.

Conjuntamente com estes mecanismos de controlo de passagem de peixes entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, será conveniente que a gestão da albufeira do Loureiro seja tal que o ambiente aquático desta massa de água seja o mais inóspito possível dos pontos de vista físico, químico e biológico, para desencorajar o estabelecimento de espécies nativas. Neste contexto, deve ser promovido um tempo de retenção baixo e um fluxo hidráulico elevado no sistema léntico do Loureiro, o que em termos gerais deverá corresponder ao modo de exploração normal desta albufeira no âmbito do Subsistema de Rega de Alqueva.

Propõe-se ainda que se considere gerir as populações de achigã nas albufeiras do Loureiro e do Alvito, tendo como alvo a manutenção de populações equilibradas desta espécie. Esta acção serviria (i) como medida suplementar de controle da passagem de espécies indígenas entre bacias através da predação, (ii) como meio de controle das espécies zooplantívoras que aí se estabelecerão e que promovem a eutrofização (essencialmente a invasora perca-sol), e (iii) como medida fomentadora ou compensadora de mais-valias regionais sociais, desportivas e económicas (em particular para a albufeira do Alvito). Como se reconhece que se trata de uma proposta polémica, recomenda-se que esta questão seja alvo de um projecto específico, caso se opte pela sua implementação.



Em relação ao controlo da eutrofização, devido à carga de nutrientes presente na água proveniente de Alqueva, este é uma questão que transcende claramente o presente projecto, devendo ser alvo de esforços coordenados entre as entidades com competência na gestão do território da bacia drenante para Alqueva, no sentido de controlar as fontes poluentes aí presentes, bem como a coordenação com as entidades espanholas, de forma a reduzir a carga de nutrientes que provêm daquele país.

Nas análises realizadas ao longo deste capítulo, no entanto, foram mencionadas várias medidas de controlo de eutrofização que poderão vir a ser aplicadas, em maior ou menor escala, ao circuito hidráulico do subsistema de rega de Alqueva. No caso concreto do Troço de Ligação Loureiro-Alvito a quantidade e velocidade dos caudais que serão transportados inviabiliza automaticamente a implementação de medidas de regressão trófica.

No entanto, recomenda-se que no desenvolvimento futuro do circuito hidráulico do Subsistema de Rega do Alqueva a jusante de Alvito seja avaliada a possibilidade hidráulica de instalar estas medidas, que poderão incluir o afeiçoamento de um determinado troço ao controle da eutrofização, com favorecimento da sedimentação de materiais em suspensão, incorporação dos nutrientes por populações biológicas estabelecidas (macrófitos, fitobentos e animais filtradores) e remoção periódica destes por recolha mecânica (e eventualmente herbívoria).

No que respeita aos canais a céu aberto, recomenda-se ainda a gestão e controle de vegetação que aí se desenvolverá, à semelhança do que se observa noutros projectos similares, com recolha mecânica e acções de manutenção das estruturas, podendo ser complementada com a utilização de carpa herbívora. Caso seja adoptada esta última alternativa, ela deve ser sempre complementar do controle físico e de acções de manutenção dos canais. À semelhança do que ocorre noutros países europeus, o uso da carpa herbívora deve ser controlado por instituições estatais, responsáveis pela produção e fornecimento de animais inférteis.

Tendo em conta os potenciais impactes negativos decorrentes da transferência de água inter-bacias, nomeadamente a entrada na bacia hidrográfica do Sado de água de menor qualidade, de agentes patogénicos para a ictiofauna e de espécies piscícolas nativas da bacia do Guadiana passíveis de hibridar com espécies nativas da bacia do Sado, será implementado o dispositivo de segregação de águas, em qualquer dos cenários a adoptar. Relativamente ao controlo da passagem de espécies da ictiofauna, como medidas complementares, e em relação concretamente ao Troço de Ligação Loureiro-Alvito, propõem-se duas medidas mitigadoras que se apresenta de seguida: a instalação de um Sistema de Controlo de Passagem de Peixes, para o qual são definidos dois cenários alternativos, e a implementação de um Programa de Monitorização.



O Sistema de Controlo de Passagem de Peixes apresentados é composto por um controlo no sistema dador e um controlo no sistema receptor. Em relação ao controlo no sistema receptor este corresponde em ambos os cenários de mitigação propostos ao dispositivo de segregação de águas.

Este dispositivo assegurará que mesmo que algum organismo tenha conseguido transpor o Troço Loureiro-Alvito e estabelecer-se na albufeira do Alvito, apesar da inopacidade desta massa de água devido à instabilidade introduzida pelo transvase, dificilmente conseguirá prosseguir para os meios naturais da bacia do Sado a jusante, ficando limitada ao circuito hidráulico do subsistema de rega.

Em relação ao controlo do sistema dador, os dois cenários de mitigação divergem, de acordo com o apresentado de seguida.

### *Cenário 1*

O Cenário 1, que corresponde ao cenário de mitigação cuja implementação é recomendada pelo presente descritor, inclui os seguintes mecanismos de controlo no sistema dador, conforme discutido nos pontos anteriores:

- Barreira de rede (dissuasão);
- Barreira de electricidade (afugentamento e dissuasão);
- Barreira de infra-sons (afugentamento e dissuasão);
- Zona de choque eléctrico (eliminação);
- Gestão das populações de achigã das albufeiras do Loureiro e do Alvito (eliminação).

Considera-se que este conjunto de mecanismos constituiria o cenário de mitigação mais eficiente para impedir a entrada e passagem de peixes no Troço Loureiro-Alvito. O conjunto de barreira de rede, electricidade e infra-sons seria eficaz para o afugentamento de macroformas de movimento activo, enquanto que a zona de choque eléctrico eliminaria as pequenas formas de movimento passivo.

No entanto reconhece-se que alguns dos mecanismos propostos, em particular as que envolvem o uso de electricidade, são de concepção e implementação complexa, constituindo tecnologias para as quais não existe experiência de construção e manutenção no nosso país, sendo assim muito provavelmente necessário importá-las. Para além disso envolvem algum risco para o homem, obrigando por isso também à adopção de medidas cautelares adicionais, incluindo a restrição de acesso e a sinalização da área.





## Cenário 2

No caso de se verificar a inviabilidade da implementação do primeiro cenário, por motivos técnicos ou económicos, principalmente devido aos dispositivos eléctricos, propõe-se um cenário de mitigação alternativo, designado aqui por Cenário 2. Este cenário não utiliza a electricidade como método de controlo, sendo em vez disso composto por:

- Barreira de rede (dissuasão);
- Barreira de infra-sons (afugentamento e dissuasão);
- Barreira de bolhas (afugentamento e dissuasão);
- Reposicionamento da tomada de água da albufeira do Loureiro, de forma a ficar afastada da margem e sensivelmente ao nível do NmE (dissuasão);
- Gestão das populações de achigã das albufeiras do Loureiro e do Alvito (eliminação).

Neste cenário a barreira de electricidade é substituída por uma barreira de bolhas que, tal como foi descrito nos pontos anteriores, é uma medida menos eficiente, mas que em conjunto com a rede e com os infra-sons poderão garantir também o afugentamento e dissuasão das macroformas de movimento activo.

Quanto às pequenas formas de movimento passivo, a zona de choque eléctrico é neste cenário substituído pelo afastamento da tomada da margem, e sua colocação ao NmE, assegurando assim que as pequenas formas que existem nas zonas menos marginais e menos profundas não tenham acesso à tomada.

Assim, propõem-se como medidas de mitigação do descritor Ecossistemas Aquáticos as seguintes:

- Eco1.** Deverá ser implementado um **Sistema de Controlo da Passagem de Peixes** entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, conforme os dois cenários alternativos propostos no Quadro 6.7.3 e conforme discutido ao longo do presente descritor (a descrição mais pormenorizada dos dispositivos indicados no Quadro 6.7.3 consta do ponto 6.7.2.2). Recomenda-se a aplicação do Cenário 1. No caso de se verificar a inviabilidade técnica ou económica deste deverá ser adoptado o Cenário 2, uma vez que as soluções propostas no Cenário 1 correspondem a tecnologias não utilizadas em Portugal, sendo por isso possível virem a ser encontradas dificuldades na sua implementação;

Os processos biológicos são de carácter probabilístico. Por isso, embora as medidas de mitigação propostas se baseiem no funcionamento limnológico previsível dos ecossistemas, face ao comportamento de sistemas similares, é necessário uma *forte componente de afeiçoamento durante a fase da sua instalação e uma ainda mais forte componente de manutenção e gestão continuada após esta fase.*



Quadro 6.7.3 – Sistema de Controlo de Passagem de Peixes no Troço Loureiro-Alvito

Ambiente	Cenário 1	Cenário 2
<b>Sistema Dador</b>	<p>Sistema de controle composto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreira de rede (dissuasão);</li> <li>• Barreira de electricidade (afugentamento e dissuasão);</li> <li>• Barreira de infra-sons (afugentamento e dissuasão);</li> <li>• Zona de choque eléctrico (eliminação);</li> <li>• Gestão das populações de achigã das albufeiras de Loureiro e Alvito (eliminação).</li> </ul>	<p>Sistema de controle composto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreira de rede (dissuasão);</li> <li>• Barreira de infra-sons (afugentamento e dissuasão);</li> <li>• Barreira de bolhas (afugentamento e dissuasão);</li> <li>• Reposicionamento da tomada de água da albufeira do Loureiro, de forma a ficar afastada da margem e sensivelmente ao nível do NmE;</li> <li>• Gestão das populações de achigã das albufeiras de Loureiro e Alvito (eliminação).</li> </ul>
<b>Sistema Receptor</b>	Dispositivo de segregação das águas na albufeira do Alvito	

Todo o processo de instalação de estruturas biológicas, ou que têm a ver com respostas biológicas, é do tipo progressivo e iterativo. A eficácia das medidas deve ser medida pela sua capacidade de responderem aos objectivos requeridos, por conseguinte a sua validação deve estar associada ao processo de monitorização subsequente, que será desenvolvida no capítulo 7. Assim:

**Eco2.** Deverá ser implementado um **Programa de Monitorização** para os ecossistemas aquáticos de forma a verificar a eficácia das acções de mitigação, permitindo a sua correcção ou adaptação caso necessário. O programa de monitorização dos ecossistemas aquáticos é definido em pormenor no Capítulo 7 (ponto 7.3).

No sub-capítulo seguinte aborda-se a terceira medida de mitigação específica proposta no presente EIA para os Ecossistemas Aquáticos: a definição dos caudais de manutenção ecológica para as ribeiras do Loureiro e de Odivelas.



### 6.7.3. Caudais de manutenção ecológica

#### 6.7.3.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se o estudo conducente ao estabelecimento do regime de caudais de manutenção ecológica nas secções imediatamente a jusante das barragens de Alvito e do Loureiro, também designadas, por simplificação, secções das barragens de Alvito e do Loureiro.

A definição de caudais de manutenção ecológica em rios temperados quentes ibéricos, de carácter naturalmente intermitente é um problema complexo, tendo sido muitas as propostas de criação de caudais ou de regimes de caudais ecológicos no nosso país, que se encontram revistas por Alves *et al.* (2002), baseadas em variados métodos hidrológicos, hidráulicos e ecohidráulicos.

Em Portugal, para além da habitual fracção do caudal modular a manter a jusante de muitas obras hidráulicas durante todo o ano, têm sido aplicados diferentes métodos a diferentes sistemas fluviais, em diferentes estudos e mesmo em diferentes épocas para o mesmo sistema fluvial, incluindo os rios Lima, Tejo, Douro e Guadiana, mas também o rio Tuela no norte e a ribeira de Enxoé no sul do país.

Como cada caso apresenta contornos particulares, é difícil seleccionar o método que seja mais adequado, podendo para todos serem apontados prós e contras.

De facto, de uma forma geral, não parece ter sido encontrado até ao momento um método ideal, reunindo em simultâneo as condições desejáveis de precisão, exequibilidade e adaptabilidade. Por outro lado, e salvo raras excepções, não existe uma confirmação experimental para os métodos propostos que lhes confira a validação necessária do ponto de vista de resposta do sistema ecológico.

Tendo em conta as limitações existentes (todos os métodos apresentam prós e contras, nenhum método proposto foi ecologicamente validado), foi delineada uma estratégia global para a determinação do regime de caudais de manutenção ecológica a jusante das barragens do Loureiro e do Alvito, com o objectivo de diminuir o nível de incerteza na eficácia ecológica, naturalmente inerente ao processo de definição de caudais ecológicos em zonas mediterrâneas. Esta estratégia assenta nos seguintes três princípios:

1. O regime de caudais de manutenção ecológica deve ser obtido a partir do regime de caudais naturais, para séries com um número razoável de anos (pelo menos 10), que representam as condições eco-hidráulicas com as quais as populações biológicas existentes evoluíram em concerto;
2. O regime de caudais de manutenção ecológica deve ser baseado na análise dos resultados obtidos por vários métodos plausíveis para a sua determinação, e não apenas um método;



3. O regime final deve ser definido através de análise pericial dos resultados dos vários métodos por um conclave de especialistas de várias áreas do conhecimento limnológico, nomeadamente e pelo menos, hidrologistas e especialistas de macrófitos e galerias ribeirinhas, de macroinvertebrados e de ictiofauna.

Assim, foram determinados os seguintes passos sucessivos da estratégia de cálculo dos caudais de manutenção ecológica, que se desenvolvem ao longo do presente sub-capítulo:

- i. Foi determinado o regime natural de caudais para cada ribeira em estudo – Loureiro e Odivelas - com base em séries de caudais médios diários obtidos a partir de ribeiras de regime hidrológico semelhante, com um mínimo de 10 anos (ver Anexo IV, Volume IV);
- ii. Com base nestes dados, foi calculado o caudal base e o regime de manutenção ecológica mensal pelo método de Palau e Alcazar (1996);
- iii. Com base nestes dados, foi também calculado o regime de manutenção ecológica através do método de percentagens mensais indicadas em INAG (2002);
- iv. Foram seleccionadas e topografadas secções fluviais representativas dos segmentos fluviais a jusante das duas albufeiras e calculada a altura e velocidade da água para diferentes caudais nas referidas secções e as respectivas curvas de vazão;
- v. Com base nas curvas de vazão, foi calculada para cada secção o regime de caudais de manutenção baseado no método do perímetro molhado (com base mensal);
- vi. Os regimes de caudal obtidos foram confrontados, analisados e avaliados, sendo sugerido um regime provisório de caudais de manutenção ecológica para cada sistema fluvial;

Recomenda-se que posteriormente ao presente EIA o regime provisório de caudais proposto seja analisado por um conclave de especialistas, na presença *in situ* de secções fluviais representativas, e proposto um regime definitivo de caudais de manutenção ecológica. Por fim, o regime de caudais de manutenção ecológica adoptado será validado e ajustado durante o processo de monitorização subsequente (conforme programa de monitorização proposto no capítulo 7).

Assim, o estabelecimento do regime de caudais ecológicos para uma dada secção de um curso de água deve ser fundamentado na análise das características dos caudais afluentes em regime natural a tal secção, caudais que só estarão normalmente disponíveis se a secção em referência coincidir com uma estação hidrométrica.

Uma vez que não é esta a situação relativa às barragens de Alvito e do Loureiro, não se dispondo aí de registos hidrométricos, houve que incluir no estudo uma etapa inicial referente ao estabelecimento,



necessariamente aproximado, das séries de caudais afluentes em regime natural às secções objecto de estudo, séries que fundamentaram a posterior definição dos caudais de manutenção ecológica.

A análise comparativa dos caudais assim alcançados e a consequente proposta de estabelecimento de um dado regime ecológico fundamentou-se, necessariamente, nos valores daqueles caudais, mas também em algumas das características hidráulicas associadas ao escoamento dos mesmos, para o que foram seleccionadas, em cada curso de água, duas secções que se admitem representativas da geometria do leito no trecho contíguo à barragem localizada ou a localizar naquele curso.

### 6.7.3.2. Estabelecimento de séries de caudais em regime natural

#### Fundamento teórico

O estabelecimento das séries de caudais afluentes às secções imediatamente a jusante das barragens de Alvito e do Loureiro utilizou o procedimento proposto por Portela & Quintela (2000, 2002a e 2002b).

Tendo por base os registos em 24 estações hidrométricas razoavelmente dispersas pelo território continental, com períodos de registos superiores a 30 anos e abrangendo condições climáticas bastante distintas, tais autores demonstraram que o escoamento anual médio expresso em altura de água sobre a bacia hidrográfica,  $\bar{H}^{1)}$ , constitui um parâmetro que, numa região com um dado tipo de clima, caracteriza a variabilidade relativa, interanual e dentro de cada ano, do escoamento: quanto mais baixo for  $\bar{H}$  (ou seja, quanto mais árida for a bacia) maior é a variabilidade relativa do escoamento, quer interanualmente, quer no interior dos anos.

Assim e no que respeita à variabilidade relativa no interior dos anos, é de esperar que tenham andamentos próximos as curvas cronológicas de caudais médios mensais obtidas em estações hidrométricas de uma dada região (referentes ao mesmo rio ou a outros rios) desde que tais caudais sejam adimensionalizados e que não difiram muito as alturas dos escoamentos anuais médios nas bacias hidrográficas a que se referem.

Tendo por base os registos hidrométricos numa dada secção de um curso de água, a variabilidade do escoamento mensal no interior de cada ano pode ser expressa pelo desvio quadrático médio do escoamento mensal nesse ano, dado, na forma adimensional, por:

---

<sup>1)</sup> Quociente entre o volume anual médio afluente e a área da bacia hidrográfica.



$$DQM_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{12} [(H_{i,j} - \bar{H}_i) / \bar{H}]^2}{12}} \quad (1)$$

em que  $i$  e  $j$  são os índices de ano e de mês, respectivamente, e as restantes variáveis têm os significados seguintes:

$DQM_i$  desvio quadrático o médio do escoamento mensal no ano  $i$ ;

$\bar{H}_i$  altura do escoamento mensal médio no ano  $i$ ;

$H_{i,j}$  altura do escoamento no mês  $j$  do ano  $i$ ;

$\bar{H}$  altura do escoamento anual médio.

Para analisar em que medida a altura do escoamento anual médio,  $\bar{H}$ , pode constituir um parâmetro que também caracterize a variabilidade relativa do escoamento mensal no interior do ano, Portela & Quintela (2000, 2002a e b), obtiveram os desvios quadráticos médios dos escoamentos mensais nos sucessivos anos do respectivo período de registos de cada uma das estações hidrométricas que analisaram.

Os resultados que obtiveram estão sintetizados na Figura 6.7.2, em que MED DQM e DESV DQM designam, respectivamente, médias e desvios-padrão dos desvios quadráticos médios de escoamentos mensais adimensionais.

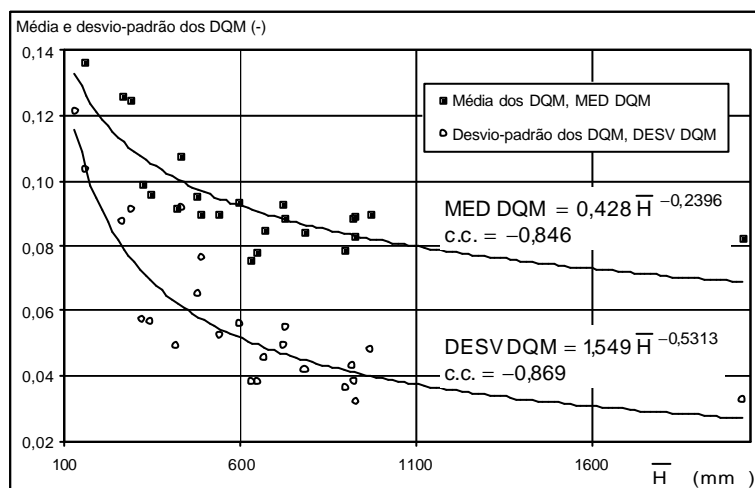


Figura 6.7.2 - Médias e desvios-padrão das séries dos desvios quadráticos médios dos escoamentos mensais adimensionais em 24 estações hidrométricas portuguesas em função dos respectivos valores de  $\bar{H}$



A anterior figura evidencia que, tanto as médias, como os desvios-padrão dos desvios quadráticos médios se correlacionam com os respectivos escoamentos anuais médios expressos em altura de água. Sendo o desvio quadrático num dado ano,  $DOM_i$ , tanto maior quanto mais irregulares forem os escoamentos mensais nesse ano, conclui-se que, em média, a variabilidade relativa desses escoamentos diminui à medida que  $\bar{H}$  aumenta (diminuição de MED DQM com o aumento de  $\bar{H}$ ).

A dispersão dos desvios quadráticos médios em torno das respectivas médias diminui também com o aumento de  $\bar{H}$  (diminuição de DESV DQM com o aumento de  $\bar{H}$ ).

Uma vez que o escoamento anual médio expresso em altura constitui uma medida da irregularidade relativa do escoamento mensal, atenuando-se tal irregularidade consoante aquela altura aumenta, é de esperar que a série dos escoamentos mensais adimensionais relativa a uma secção de um curso de água com escoamento anual médio expresso em altura de água,  $\bar{H}_1$ , possa ser transposta para outra secção sem informação hidrométrica para a qual se tenha obtido uma estimativa do escoamento anual médio,  $\bar{H}_2$ , próxima de  $\bar{H}_1$  ( $\bar{H}_1 \cong \bar{H}_2$ ). Em conformidade com os autores em referência a transposição pode ser efectuada por aplicação da equação:

$$H_{i,j}^2 = H_{i,j}^1 \frac{\bar{H}_2}{\bar{H}_1} \quad (2)$$

que, por sua vez, conduz a qualquer uma das seguintes outras equações:

$$Q_{i,j}^2 = Q_{i,j}^1 \frac{\bar{V}_2}{\bar{V}_1} \quad (3)$$

$$Q_{i,j}^2 = Q_{i,j}^1 \frac{Q_{mod2}}{Q_{mod1}} \quad (4)$$

$$V_{i,j}^2 = V_{i,j}^1 \frac{\bar{V}_2}{\bar{V}_1} \quad (5)$$

$$V_{i,j}^2 = V_{i,j}^1 \frac{Q_{mod2}}{Q_{mod1}} \quad (6)$$

Nas anteriores equações as secções de cálculo são identificadas pelos índices 1 e 2, admitindo-se que, na secção 1, se dispõe de registos hidrométricos e, conseqüentemente, é conhecida a respectiva altura do escoamento anual médio,  $\bar{H}_1$ , e as novas variáveis que aí figuram têm os seguintes significados:

$H_{i,j}^k$  altura do escoamento no mês j do ano i na secção k;

$Q_{i,j}^k$  caudal médio mensal no mês j do ano i na secção k;

$V_{i,j}^k$  volume afluente no mês j do ano i à secção k;



$\bar{V}_k$  volume anual médio afluyente à secção k;

$Q \text{ mod } k$  módulo na secção k.

A nível diário, é possível aplicar um procedimento de transposição equivalente ao anterior, mas em que  $H_{i,j}^k$  se refere à altura do escoamento no dia j do ano i na secção k e  $Q_{i,j}^k$ , ao correspondente caudal médio diário.

Anota-se que Quintela (1967) já havia mostrado que a forma das curvas de duração média anual do caudal médio diário quando adimensionalizadas pelos respectivos módulos era dependente fundamentalmente de  $\bar{H}$  e secundariamente das características fisiográficas, o que permite estimar, a partir de  $\bar{H}$ , o traçado dessas curvas na ausência de observações hidrométricas, o que se adequa à obtenção das curvas de duração mediante a utilização de séries transpostas de caudais médios diários.

Importa referir, embora brevemente, como pode ser estimado o escoamento anual médio numa secção de um rio sem informação hidrométrica. Um dos processos correntemente seguidos consiste em adoptar para tal secção a equação de regressão entre valores anuais do escoamento e da precipitação (expressos em altura de água) que tenha sido determinada para uma bacia hidrográfica cujas características fisiográficas e climáticas se não afastem das que apresenta a bacia em estudo. Um outro processo, realizado num âmbito regional, implica a obtenção das referidas equações de regressão em vários locais e o relacionamento dos valores dos parâmetros dessas equações com as temperaturas anuais médias e as características dos solos agrupadas em classes. Este procedimento pode permitir traçar, para a região, a carta de isolinhas do escoamento anual médio expresso em altura de água, a qual constituirá um instrumento de grande utilidade, em especial em estudos de planeamento hidrológico.

### **Seleção de estações hidrométricas. Análise dos registos**

Tendo em vista estabelecer as afluências em regime natural nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro mediante a aplicação dos procedimentos de transposição objecto do item precedente, procedeu-se ao reconhecimento das estações hidrométricas (EH) inseridas na região dos aproveitamentos e localizadas tão próximas quanto possível dos mesmos, por forma a ser válido admitir características climáticas e geológicas afins.

Como resultado de tal reconhecimento seleccionaram-se as estações hidrométricas de Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01). No Quadro 6.7.4 sintetizam-se algumas das características gerais das anteriores estações. Nos Quadros 6.7.5 e 6.7.6, incluídos nas páginas seguintes, apresentam-se as séries de escoamento mensais nas anteriores estações hidrométricas.





Tais séries foram constituídas a partir dos registos de caudais médios diários disponibilizados, via Internet, pelo Sistema de Informação Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH), da responsabilidade do Instituto da Água (INAG). Para o efeito, apenas foram considerados os anos sem falhas de registos diários.

Quadro 6.7.4 – Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).

Características gerais.

Identificação		Bacia hidrográfica a principal	Curso de água	Coordenadas de localização				Altitude (m)	Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )
Código	Nome			Geográficas		Cartográficas			
				Latitude	Longitude	Distância à meridiana (m)	Distância à perpendicular(m)		
24L/01	Amieira	Guadiana	Rio Degebe	38 17 44	7° 33' 19"	250 429	147 626	110	1 474
24I/01	Odivelas	Sado	Ribeira de Odivelas	38 10 21	8° 8' 0"	199 860	133 809	60	431

A partir dos volumes mensais afluentes às estações hidrométricas da Amieira e de Odivelas avaliaram-se os correspondentes volumes anuais. Tanto uns como outros foram caracterizados em termos médios, de que resultaram os volumes anuais médios de cerca de 215,34 hm<sup>3</sup>, para a EH da Amieira, e de 77,63 hm<sup>3</sup>, para a de Odivelas a que, tendo em conta as áreas das bacias hidrográficas sistematizadas no Quadro 6.7.3, correspondem alturas do escoamento anual médio de cerca de 150 e 180 mm, respectivamente.

Na Figura 6.7.3 apresentam-se os diagramas cronológicos dos volumes mensais afluentes às duas estações hidrométricas em menção. Tal figura evidencia que se está perante volumes com ordens de grandeza nitidamente diferentes fundamentalmente em consequência de serem igualmente distintas as áreas das bacias hidrográficas a que respeitam: os volumes registados na EH da Amieira excedem muito significativamente os relativos à EH de Odivelas.

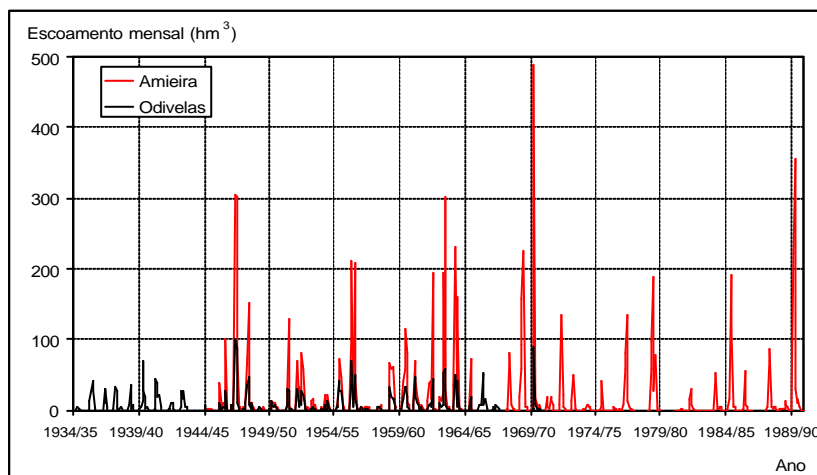


Figura 6.7.3 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01). Escoamentos mensais.



Quadro 6.7.5 – Estação hidrométrica da Amieira (24L/01). Escoamentos mensais e anuais (hm<sup>3</sup>)

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Ano
1944 / 45	0.00	0.00	0.57	0.91	0.83	0.33	0.88	0.01	0.62	0.14	0.00	0.00	4.30
1945 / 46	0.34	4.56	38.62	13.42	1.12	10.30	5.02	101.35	1.92	0.15	0.00	0.00	176.80
1946 / 47	5.97	1.45	1.17	9.19	305.02	302.85	77.77	5.06	2.88	1.22	0.14	0.08	712.80
1947 / 48	3.88	1.64	9.77	73.89	150.61	10.15	8.54	8.74	2.74	0.24	0.00	0.00	270.22
1948 / 49	0.00	0.00	1.70	1.05	0.12	1.76	2.81	0.53	0.30	0.02	0.00	1.86	10.13
1949 / 50	0.65	1.44	12.44	8.91	10.76	5.87	1.45	2.92	0.39	0.00	0.00	0.00	44.83
1950 / 51	0.04	0.00	0.00	3.93	25.97	126.95	2.54	2.21	0.24	0.00	0.00	0.00	161.87
1951 / 52	0.00	70.96	5.57	34.10	12.51	79.84	56.83	4.27	1.15	0.78	0.19	2.46	268.66
1952 / 53	0.83	1.49	12.06	16.99	5.59	8.01	2.76	0.63	0.00	0.00	0.00	0.15	48.52
1953 / 54	4.34	0.45	21.05	2.13	1.99	20.83	2.60	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	54.06
1954 / 55	0.00	6.83	6.34	43.03	74.05	46.44	3.56	2.66	0.33	0.04	0.00	0.00	183.28
1955 / 56	0.00	3.22	98.31	210.92	9.50	209.46	44.12	5.34	0.83	0.22	0.00	2.00	583.91
1956 / 57	4.08	0.80	2.05	2.34	4.70	4.85	2.01	2.92	0.17	0.15	0.04	0.00	24.12
1957 / 58	0.00	0.00	0.01	2.22	4.03	5.27	7.15	0.44	0.03	0.00	0.00	0.00	19.13
1958 / 59	0.00	0.00	65.93	58.78	59.41	57.19	3.55	2.76	0.72	0.02	0.00	0.00	248.36
1959 / 60	0.78	4.80	42.19	56.39	116.02	81.64	48.42	8.79	5.81	0.11	0.00	0.00	364.94
1960 / 61	13.10	70.11	43.42	19.16	7.09	3.63	4.27	4.21	6.45	0.77	0.05	0.06	172.34
1961 / 62	0.19	12.01	38.75	41.91	15.02	194.33	6.14	1.47	0.93	0.08	0.00	0.00	310.82
1962 / 63	18.15	11.92	25.33	193.23	59.34	303.04	30.55	3.86	2.76	2.27	0.23	0.01	650.69
1963 / 64	0.15	36.14	230.88	16.01	161.33	126.28	14.50	1.74	1.18	0.31	0.01	0.00	588.54
1964 / 65	0.15	0.61	0.83	1.74	9.08	73.92	2.20	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	88.70
1965 / 66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966 / 67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967 / 68	0.11	1.37	0.68	0.59	64.22	80.21	6.43	1.82	0.84	0.31	0.00	0.00	156.59
1968 / 69	0.00	19.89	57.63	91.92	158.20	223.89	11.43	3.54	2.37	0.12	0.00	0.00	568.98
1969 / 70	0.70	9.22	4.89	488.22	17.34	5.72	2.96	1.20	5.57	0.28	0.00	0.00	536.11
1970 / 71	0.01	0.06	0.58	19.06	3.72	1.51	20.67	12.53	8.42	0.13	0.00	0.00	66.69
1971 / 72	0.00	0.00	0.03	5.40	133.22	21.33	2.86	1.35	0.04	0.00	0.00	0.00	164.24
1972 / 73	0.47	1.03	11.58	50.14	4.10	2.07	0.75	0.68	0.41	0.00	0.00	0.00	71.23
1973 / 74	1.56	0.11	1.19	5.47	8.43	3.69	4.27	0.62	0.02	0.00	0.00	0.00	25.37
1974 / 75	0.00	0.00	0.03	0.57	3.46	39.27	1.63	0.52	0.10	0.00	0.00	0.00	45.60
1975 / 76	0.00	0.00	0.12	0.18	2.92	1.03	1.06	0.35	0.55	0.78	0.00	0.00	6.99
1976 / 77	0.11	5.68	56.72	80.02	133.44	13.44	2.44	0.62	1.83	0.09	0.00	0.00	294.38
1977 / 78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1978 / 79	0.17	0.46	58.98	96.37	187.91	27.86	78.19	4.13	0.62	0.29	0.08	2.05	457.11
1979 / 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980 / 81	0.00	0.01	0.17	0.29	0.19	1.84	2.10	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	4.85
1981 / 82	0.00	0.00	15.35	31.31	5.64	1.86	0.77	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	55.01
1982 / 83	0.00	0.67	0.45	0.47	0.43	0.30	0.18	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	2.64
1983 / 84	0.00	42.70	53.28	1.30	1.09	2.82	4.33	0.86	0.31	0.03	0.00	0.00	106.73
1984 / 85	0.00	1.33	15.62	192.56	112.36	5.97	5.05	5.25	0.42	0.01	0.00	0.00	338.58
1985 / 86	0.00	0.00	0.20	1.92	54.63	6.08	3.37	0.63	0.04	0.00	0.00	0.06	66.93
1986 / 87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987 / 88	0.00	3.15	69.59	86.25	14.40	2.61	0.98	2.99	3.58	1.66	0.01	0.00	185.22
1988 / 89	0.04	1.35	1.25	1.52	1.33	1.35	11.98	7.43	3.14	0.13	0.00	0.09	29.61
1989 / 90	10.01	221.09	357.48	30.73	10.14	10.13	15.75	3.21	0.35	0.06	0.00	0.00	658.96
<b>Média</b>	1.61	13.09	33.24	48.65	47.59	51.85	12.31	5.10	1.42	0.25	0.02	0.22	215.34



Quadro 6.7.6 – Estação hidrométrica de Odivelas (24I/01). Escoamentos mensais e anuais (hm<sup>3</sup>)

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Ano
1934 / 35	0.00	0.02	4.78	1.04	0.23	1.94	0.19	0.18	0.22	0.00	0.00	0.00	8.60
1935 / 36	0.00	0.00	11.88	26.77	41.75	29.00	25.58	1.98	0.45	0.06	0.00	0.00	137.47
1936 / 37	0.00	0.02	0.16	31.22	10.73	28.63	2.39	0.37	0.04	0.00	0.00	0.00	73.56
1937 / 38	1.52	32.53	25.73	4.77	1.20	0.66	0.89	2.58	0.05	0.00	0.00	0.00	69.93
1938 / 39	0.00	0.00	6.09	35.50	9.17	1.35	6.11	0.35	0.15	0.01	0.00	0.00	58.72
1939 / 40	1.57	2.39	14.06	70.97	27.65	17.95	2.01	2.38	0.37	0.08	0.00	0.00	139.42
1940 / 41	0.11	0.93	0.30	42.98	38.12	19.92	20.85	4.59	0.62	0.16	0.00	0.00	128.58
1941 / 42	0.00	0.39	0.40	1.62	0.78	9.06	10.57	1.74	0.16	0.01	0.00	0.00	24.73
1942 / 43	0.06	4.73	21.42	25.80	15.63	26.34	3.54	3.13	0.06	0.00	0.00	0.00	100.71
1943 / 44	0.00	0.00	0.22	0.20	0.16	0.71	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	1.66
1944 / 45	8.00	0.06	0.14	0.31	0.16	0.03	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80
1945 / 46	0.00	0.00	9.90	1.17	0.21	3.86	1.69	26.78	0.50	0.01	0.00	0.00	44.13
1946 / 47	5.39	0.94	0.85	5.41	99.44	88.40	9.31	1.43	0.61	0.01	0.00	0.00	211.79
1947 / 48	1.86	1.34	9.16	36.37	48.43	6.72	2.13	9.75	0.75	0.01	0.00	0.00	116.53
1948 / 49	0.00	0.00	2.35	1.39	0.36	0.64	0.74	0.29	0.01	0.00	0.00	1.49	7.27
1949 / 50	0.93	0.22	11.89	4.94	6.44	4.02	1.10	0.56	0.14	0.00	0.00	0.00	30.25
1950 / 51	0.00	0.00	0.00	8.21	31.20	27.75	1.74	0.82	0.06	0.00	0.00	0.00	69.78
1951 / 52	0.00	28.95	3.53	12.37	6.07	25.94	21.03	5.18	1.06	0.08	0.00	0.00	104.21
1952 / 53	0.00	0.04	1.48	4.45	1.16	2.14	0.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96
1953 / 54	2.29	0.06	7.62	0.69	1.15	13.77	1.36	0.29	0.01	0.00	0.00	0.00	27.24
1954 / 55	0.00	2.44	4.95	40.27	26.68	26.82	1.73	0.42	0.05	0.00	0.00	0.00	103.35
1955 / 56	0.00	0.07	35.51	70.62	3.39	49.38	16.56	1.82	0.20	0.02	0.00	0.00	177.57
1956 / 57	2.39	0.12	0.14	0.25	1.75	2.19	0.74	0.65	0.01	0.00	0.00	0.00	8.24
1957 / 58	0.00	0.01	0.26	3.14	2.44	0.52	1.70	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	8.11
1958 / 59	0.00	0.00	33.13	18.90	14.88	15.66	2.69	1.92	0.41	0.00	0.00	0.00	87.59
1959 / 60	0.33	1.62	16.92	32.67	32.00	18.73	10.17	2.99	0.95	0.10	0.00	0.00	116.48
1960 / 61	7.35	47.37	18.32	10.29	3.31	1.57	1.62	3.86	1.11	0.05	0.00	0.00	94.86
1961 / 62	0.00	1.75	7.68	10.80	4.11	42.43	1.95	0.41	0.11	0.00	0.00	0.00	69.25
1962 / 63	11.24	2.71	6.20	52.77	59.00	25.53	7.41	1.41	1.16	0.01	0.00	0.00	167.44
1963 / 64	0.00	4.14	49.57	4.24	42.05	28.40	5.08	0.82	0.26	0.03	0.00	0.00	134.60
1964 / 65	0.00	0.24	0.26	0.88	2.47	20.33	0.67	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	24.90
1965 / 66	6.17	8.31	8.27	49.76	53.12	5.42	15.46	1.09	0.27	0.00	0.00	0.00	147.86
1966 / 67	0.96	2.46	0.69	2.54	8.37	5.29	1.01	0.38	0.01	0.00	0.00	0.00	21.71
1967 / 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968 / 69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969 / 70	0.00	1.59	1.66	89.33	6.43	2.05	1.05	0.51	1.38	0.01	0.00	0.00	104.00
<b>Média</b>	1.48	4.28	9.28	20.67	17.65	16.27	5.29	2.32	0.33	0.02	0.00	0.05	77.63



O facto de as bacias hidrográficas das duas estações hidrométricas se inserirem em regiões contíguas e com uma certa uniformidade climática e geológica, associada à proximidade das alturas dos escoamentos anuais médios anteriormente obtidas, faz esperar que as séries de escoamentos afluentes àquelas estações, quando devidamente adimensionalizadas, exibam andamentos muito próximos. Os diagramas cronológicos das séries dos escoamentos mensais adimensionais são apresentados na Figura 6.7.4. Em tal figura o eixo das abcissas representa volumes mensais afluentes a cada uma das estações hidrométricas adimensionalizados pelo correspondente volume anual médio ( $v_{i,j}^k / \bar{v}_k$ ).

Para comparar as configurações dos diagramas cronológicos a nível diário, seleccionaram-se os anos hidrológicos de 1952/53, 1955/56 e 1957/58, representativos de condições, respectivamente, secas, húmidas e próximas da média, como se conclui da análise dos escoamentos apresentados nos Quadros 6.7.5 e 6.7.6. Os volumes diários registados em cada estação hidrométrica foram adimensionalizados por divisão pelo correspondente volume anual médio – equação (5). Os diagramas assim obtidos estão representados nas Figuras 6.7.5 a 6.7.7. Qualquer destas figuras evidencia a proximidade entre diagramas cronológicos adimensionais, não obstante a diferença tão significativa entre as áreas das bacias hidrográficas das estações hidrométricas em consideração.

Tal proximidade dá corpo ao procedimento de transposição de séries de registos hidrométricos procedimento cuja validade e aplicabilidade se julga resultar, assim, evidenciada em termos práticos.

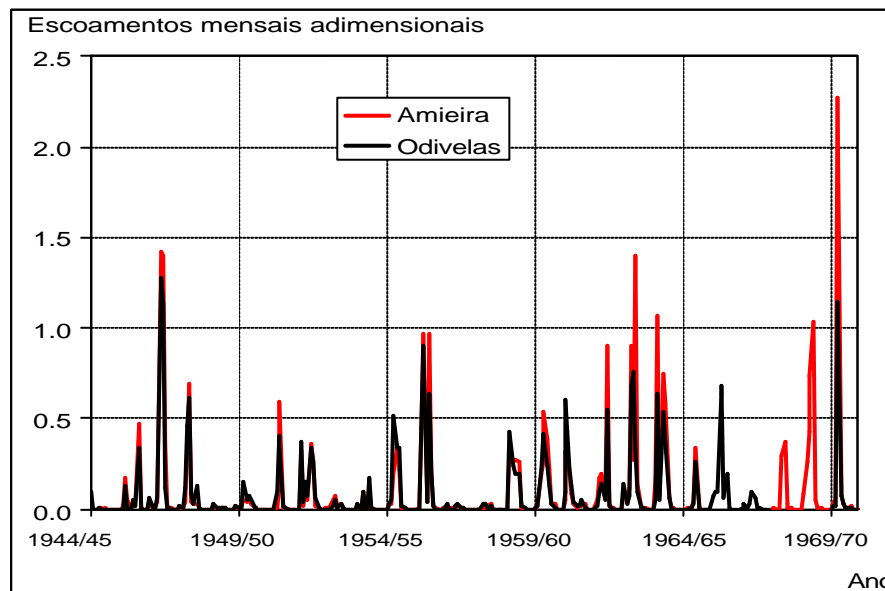


Figura 6.7.4 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01). Escoamentos mensais adimensionais

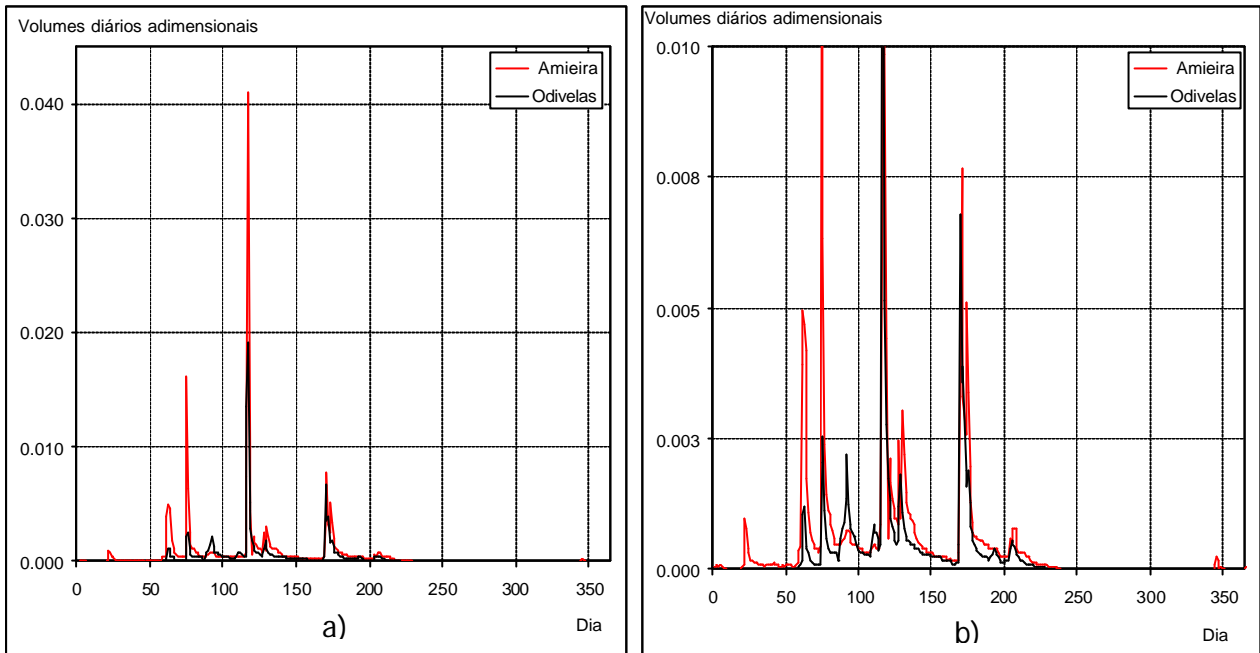


Figura 6.7.5 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).  
Escoamentos diários adimensionais no ano de 1952/53 (ano com escoamentos anuais de 48,52 e 9,96 hm<sup>3</sup>, ou seja, inferiores às médias anuais). a) Diagrama cronológico e b) pormenor.

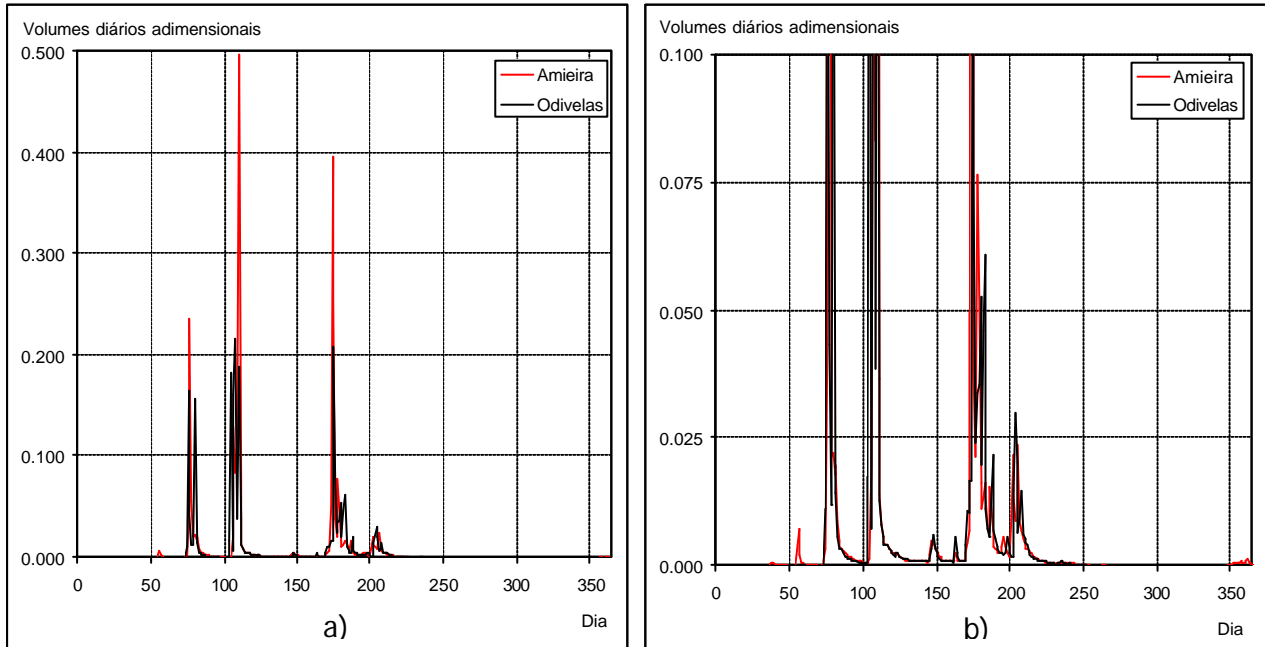


Figura 6.7.6 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01).  
Escoamentos diários adimensionais no ano de 1955/56 (ano com escoamentos anuais de 583,91 e 177,57 hm<sup>3</sup>, ou seja, superiores às médias anuais). a) Diagrama cronológico e b) pormenor.

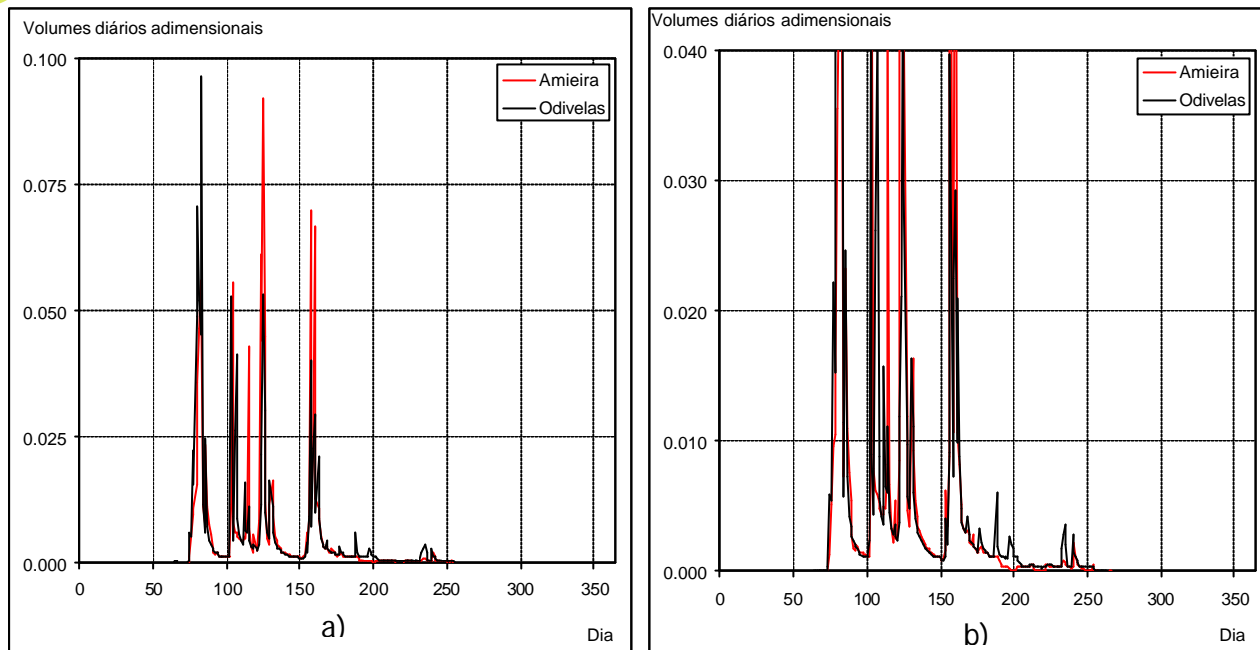


Figura 6.7.7 - Estações hidrométricas da Amieira (24L/01) e de Odivelas (24I/01). Escoamentos diários adimensionais no ano de 1958/59 (ano com escoamentos anuais de 248,36 e 87,59 hm<sup>3</sup>, ou seja, próximos das médias anuais). a) Diagrama cronológico e b) pormenor.

Anota-se que, em rigor, a comparação, levada a cabo nas Figuras 6.7.4 a 6.7.7, de diagramas cronológicos adimensionais se deveria ter restringido ao período de 22 anos em que ambas as estações hidrométricas apresentam registos – de 1944/45 a 1964/65, inclusive, e 1969/70 – a que também se deveriam referir os escoamentos anuais médios utilizados na adimensionalização das séries. Por uma questão de simplificação, aquela adimensionalização utilizou os volumes anuais médios que figuram nos Quadros 6.7.5 e 6.7.6, pois em virtude de se estar sempre perante séries com dimensão bastante apreciável, as médias naquele período comum deverão ser próximas das médias nos períodos globais de registos.

Em face dos resultados apresentados nas Figuras 6.7.4 a 6.7.7 e em virtude da proximidade geográfica entre as bacias hidrográficas relativas à barragens de Alvito e do Loureiro e as referentes às estações hidrométricas analisadas, que aponta no sentido da proximidade das correspondentes alturas dos escoamentos anuais médios, julga-se válido admitir que as séries de caudais médios diários afluentes aos aproveitamentos possam ser estabelecidas por transposição das séries registadas numa daquelas estações hidrométricas.

Atendendo a que:

- não obstante os estudos antecedentes que fundamentam a transposição de séries de caudais, brevemente sintetizados anteriormente, terem demonstrado que as diferenças entre áreas de bacias hidrográficas não comprometem a proximidade entre séries cronológicas



adimensionais relativas a alturas anuais médias do escoamento próximas, reconhece-se que a área da bacia hidrográfica da estação hidrométrica da Amieira é consideravelmente superior à área das demais bacias hidrográficas;

- o aproveitamento de Alvito se insere na mesma linha de água da estação hidrométrica de Odivelas (ribeira de Odivelas);
- a estação hidrométrica de Odivelas apresenta o maior período sem falhas de registos diários (33 anos entre 1934/35 e 1966/67);

optou-se por caracterizar o regime hidrológico nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro mediante a transposição, para tais secções, das séries registadas naquela última estação hidrométrica.

Visto tal transposição requerer como dados fundamentais os escoamentos anuais médios nas secções das barragens, antecedendo a obtenção das séries transpostas houve que proceder à estimativa daqueles escoamentos, objecto do item seguinte.

### **Escoamentos médios anuais das barragens do Alvito e do Loureiro**

Para estimar os escoamentos anuais médios nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro adoptou-se para tais secções a equação de regressão linear entre valores anuais do escoamento, H, e da precipitação, P, (expressos em altura de água) estabelecida por Quintela (1967, pp. 102 e 218), para a bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Odivelas, com a seguinte expressão:

$$H = 0.592 P - 223 \quad (7)$$

em que H e P estão expressos em milímetros.

A aplicação da anterior equação às precipitações anuais médias nas bacias hidrográficas dos aproveitamentos fornece as estimativas dos correspondentes escoamento anuais médios.

Para avaliar as anteriores precipitações anuais médias procedeu-se à identificação, mediante consulta do SNIRH, dos postos udométricos com influência nas bacias hidrográficas dos aproveitamentos e dispendo de séries longas de registos de precipitação.

Os postos assim identificados constam do Quadro 6.7.7 que contém, ainda, as correspondentes séries de precipitação anual, bem como algumas das características, quer dos postos, quer estatísticas daquelas séries e, por fim, os pesos dos postos nas bacias hidrográficas das barragens, avaliados em conformidade com o método de Thiessen ou das áreas de influência.



Por aplicação deste método, tendo em conta os pesos dos postos e as precipitações anuais médias que figuram no quadro precedente, estimaram-se as seguintes precipitações anuais médias, em que as bacias hidrográficas dos aproveitamentos são explicitadas pelos índices inferiores:

$$\bar{P}_{\text{Alvito}} = 648.4 \text{ mm}$$

$$\bar{P}_{\text{Loureiro}} = 634.8 \text{ mm}$$

As correspondentes alturas dos escoamentos anuais médios, obtidas por aplicação da equação de regressão (7), ascendem a:

$$\bar{H}_{\text{Alvito}} = 161 \text{ mm}$$

$$\bar{H}_{\text{Loureiro}} = 153 \text{ mm}$$

Anota-se que os anteriores valores estão em conformidade com as caracterizações gerais da região, apresentadas, por exemplo, no Atlas do Ambiente ou em Quintela (1967, p. 60), que, aliás, está na génese do mapa de isolinhas do escoamento daquele Atlas.

Tendo em conta as áreas das bacias hidrográficas relativas às barragens de Alvito e do Loureiro (respectivamente, 212.0 e 15.4 km<sup>2</sup>), estima-se que os volumes anuais médios correspondentes às anteriores alturas do escoamento,  $\bar{V}$ , e os respectivos módulos,  $Q_{\text{mod}}$ , sejam de:

$$\bar{V}_{\text{Alvito}} \approx 34.1 \text{ hm}^3 \quad Q_{\text{mod}_{\text{Alvito}}} = 1.081 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\bar{V}_{\text{Loureiro}} \approx 2.4 \text{ hm}^3 \quad Q_{\text{mod}_{\text{Loureiro}}} = 0.076 \text{ m}^3/\text{s}$$





Quadro 6.7.7 – Postos com influência nas bacias hidrográficas das barragens de Alvito e do Loureiro.

Características gerais, pesos e séries de precipitação anual

Identificação do posto udométrico				
	Portel (24K/01)	S. Maços (23K/01)	Alvito (24J/02)	Viana do Alentejo (24I/01)
Coordenadas geográficas				
Latitude	38° 18' 26"	38° 27' 30"	38° 15' 26"	38° 19' 47"
Longitude	7° 42' 24"	7° 44' 46"	7° 59' 40"	8° 0' 19"
Coordenadas cartográficas				
Distância à meridiana (m)	237 180	233 660	212 017	211 058
Distância à perpendicular (m)	148 849	165 609	143 284	151 269
Altitude	315	195	210	230
Pesos na bacia hidrográfica da barragem de Alvito				
	0.546	0.008	0.157	0.290
Pesos na bacia hidrográfica da barragem do Loureiro				
	1.000	--	--	--
Precipitações anuais (mm)				
1934 / 35				507.9
1935 / 36				969.4
1936 / 37				668.5
1937 / 38				723.0
1938 / 39				709.0
1939 / 40	910.0			905.3
1940 / 41	999.2		732.7	854.2
1941 / 42	611.2		441.8	663.1
1942 / 43	1024.6	841.2	588.1	922.1
1943 / 44	408.8	332.8	323.4	412.7
1944 / 45	322.6	229.2	288.9	369.9
1945 / 46	737.2	754.2	615.8	754.7
1946 / 47	754.0	788.2	691.5	885.5
1947 / 48	834.7	657.4	754.3	851.0
1948 / 49	516.8	456.0	418.4	567.1
1949 / 50	622.4	533.4	563.6	615.1
1950 / 51	569.1	553.1	420.3	671.2
1951 / 52	955.3	757.9	708.9	953.2
1952 / 53	476.7	354.5	362.7	550.7
1953 / 54	489.7	361.1	526.9	563.3
1954 / 55	745.8	484.8	610.1	766.6
1955 / 56	1000.1	734.3	728.6	1001.0
1956 / 57	514.5	366.0	410.8	493.1
1957 / 58	479.0	363.4	411.7	681.7
1958 / 59	783.2	613.6	731.8	863.4
1959 / 60	842.1	639.3	788.4	968.5
1960 / 61	823.3	611.7	721.2	716.6
1961 / 62	711.5	502.4	535.4	622.7
1962 / 63	912.1	702.2	904.6	1060.1
1963 / 64	865.2	704.1	735.6	968.3
1964 / 65	552.0	357.6	464.4	539.6
1965 / 66	911.6	618.4	788.6	914.0
1966 / 67	541.4	471.3	511.2	550.5
1967 / 68	669.9	529.9	595.4	613.0
1968 / 69	1078.4	809.0	925.5	1042.4
1969 / 70	771.6	687.8	677.0	871.0
1970 / 71	558.2	493.8	578.9	612.1
1971 / 72	564.3	364.3	524.0	519.7
1972 / 73	558.9	434.3	546.6	564.6
1973 / 74	464.2	357.5	478.4	542.8
1974 / 75	481.5	409.4	608.8	518.6
1975 / 76	521.0	470.2	509.4	454.9
1976 / 77	771.1	642.6	925.0	909.4
1977 / 78	738.3	670.1	815.2	902.3
1978 / 79	870.2	698.0	913.9	942.3
1979 / 80	533.6	513.9	629.6	703.8
1980 / 81	344.4	332.7	409.8	455.2
1981 / 82	524.2	468.3	547.1	589.6
1982 / 83	392.6	327.8	379.0	266.1
1983 / 84	611.7	574.2	613.4	577.2
1984 / 85	819.9	656.4	848.4	656.9
1985 / 86	473.0	455.7	586.1	618.3
1986 / 87	481.8	542.2	528.5	878.8
1987 / 88	755.3	647.3	719.9	558.2
1988 / 89	450.2	507.1	496.2	913.5
1989 / 90	914.2	872.8	792.8	702.6
1990 / 91	551.9	565.5	577.5	401.1
1991 / 92	319.8	315.8	317.1	596.0
1992 / 93	378.6	416.6	479.8	663.7
1993 / 94	425.4	505.7	616.1	415.9
1994 / 95	192.8	326.2	326.5	1143.1
1995 / 96	601.7	834.4	931.8	781.8
1996 / 97	502.1	675.4	652.8	
1997 / 98	831.2	854.8	846.5	471.6
1998 / 99	329.1	342.2	478.0	
1999 / 00	348.4	495.2		
<b>Média (mm)</b>	634.8	544.2	604.3	700.8
<b>Desvio-padrão (mm)</b>	210.5	163.7	170.8	198.5
<b>Assimetria</b>	0.216	0.224	0.200	0.166



## Escoamentos mensais e diários afluentes às secções das barragens de Alvito e do Loureiro

As séries de caudais médios diários afluentes em regime natural às secções das barragens de Alvito e do Loureiro no período de 33 anos, entre 1934/35 e 1966/67, inclusive, foram determinadas a partir da série daqueles caudais registados, naquele mesmo período, na estação hidrométrica de Odivelas (241/01) por aplicação da equação (3). Em tal aplicação o índice superior 2 remete para grandezas (caudais médios diários e volumes dos escoamentos anuais médios) relativas a cada um dos aproveitamentos e o índice superior 1, para as grandezas equivalentes respeitantes à estação hidrométrica de Odivelas. No caso dos aproveitamentos, os volumes dos escoamentos anuais médios intervenientes na transposição coincidem com os volumes especificados no item precedente (34,1 e 2,4 hm<sup>3</sup>). Para a estação hidrométrica houve que estimar o volume anual médio afluente no período de 33 anos anteriormente especificado, tendo-se alcançado o valor de 76,8 hm<sup>3</sup> (Quadro 6.7.6).

As séries de caudais médios diários assim obtidas são apresentadas em anexo ao presente relatório, fazendo parte integrante do mesmo. Tendo por base tais séries, obtiveram-se, ano a ano, as correspondentes séries de caudais médios mensais e anuais e de volumes mensais e anuais, apresentadas nos Quadros 6.7.8 e 6.7.9, incluídos nas páginas seguintes.

### 6.7.3.3. Caudais Ecológicos

#### Introdução

As principais variáveis utilizadas para caracterizar *habitats* aquáticos em rios e portanto, utilizadas para determinar caudais mínimos, são o tipo e distribuição dos materiais do leito e as características hidráulicas do canal (profundidade e velocidade da corrente), embora por vezes também sejam utilizados outros parâmetros secundários, como a disponibilidade de alimento, o tipo e composição das margens e abrigos e a qualidade da água. Todas estas variáveis se podem considerar dependentes do caudal que ocorre (e que é uma variável independente), de tal modo que, com efeito, é o regime de caudais que determina as características morfológicas, hidráulicas e, por extensão, biológicas dos cursos de água.

As séries de registos de caudais contêm portanto a informação necessária para definir a organização física do meio fluvial e o funcionamento biológico do ecossistema (Palau & Alcazar, 1996). Em princípio, tal informação será tanto mais adequada, quanto mais recentes forem aquelas séries. Contudo, no pressuposto de manutenção dos factores determinantes do sistema hidrológico, pode admitir-se a estacionaridade das séries hidrológicas e, como tal, recorrer a séries referentes a um passado mais longínquo.







## Método do caudal base

### *Considerações prévias*

O método do caudal base, desenvolvido originalmente na Catalunha (norte de Espanha) e presentemente bastante utilizado em Espanha, é uma ferramenta que permite interpretar a informação contida nas séries de caudais referentes a um dado curso de água, com o fim de estabelecer um caudal mínimo para o mesmo. Para além disso, integra na sua aproximação metodológica um conjunto de conceitos limnológicos que cobrem diferentes e importantes aspectos da gestão ecológica de rios e que, no global, configuram um “regime de caudais de manutenção ecológica”, pretendendo, assim, criar propostas de gestão racional para a conservação de rios regularizados.

O método do caudal base é, de facto, um método que inclui vários tipos de caudal que são ou não calculados de acordo com as necessidades de cada sistema fluvial regularizado. Entre as suas componentes possíveis, incluem-se: *a)* o caudal mínimo absoluto a manter no curso de água; *b)* o caudal de manutenção ou valor mínimo a manter no sistema fluvial ao longo do tempo, geralmente com uma base mensal; *c)* o caudal de acondicionamento para conservação de valores específicos, por exemplo, paisagísticos; *d)* o caudal gerador baseado na média dos caudais de cheia das séries históricas e que tem por função controlar a vegetação e limpar o leito do rio; *e)* o caudal máximo admissível para situações de descargas periódicas de aproveitamentos de grande capacidade de regularização e *f)* a taxa máxima admissível de alteração do caudal por unidade de tempo para mitigação de variações demasiado bruscas de caudal.

O caudal base apresenta um elevado grau de sensibilidade ao tipo de rio e ao respectivo regime hidrológico, partindo do princípio de que as comunidades biológicas que aí vivem, e cujos ciclos de vida são relativamente curtos, evoluíram temporalmente em consonância com as características hidrológicas historicamente presentes no sistema fluvial.

O método do caudal base recorre aos valores médios diários do caudal em regime natural (e não aos valores médios mensais como a maior parte dos métodos baseados em registos hidrológicos), valores cujo estabelecimento para as secções das barragens de Alvito e do Loureiro foi objecto do item precedente.

### *Caudal base (Q<sub>b</sub>)*

No caso de rios permanentes regularizados por barragens, o caudal base define-se como o caudal mínimo absoluto que deve ser mantido no canal fluvial. O caudal mínimo absoluto é o elemento chave da proposta



de regime de caudais, uma vez que grande parte dos restantes parâmetros deriva ou estão condicionados por ele.

O caudal mínimo absoluto deduz-se do estudo das descontinuidades na tendência de variação dos caudais mínimos verificados nas séries históricas de caudais médios diários, obtidos a partir da aplicação de um procedimento baseado em médias móveis. A expressão matemática que traduz o método é dada por:

$$\mu_{p,s}^j = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^{k=s} q_{p+k-1}^j \quad (8)$$

em que  $s$  é o incremento de tempo para cálculo da média móvel (propondo-se que varie de 1 a 100),  $p$ , o número de ordem da média móvel dentro do intervalo escolhido (varia de 1 a 365 -  $s$ ),  $j$ , o ano considerado e  $q$ , o caudal médio diário no dia  $p+k-1$  do ano  $j$ . Tendo em conta os ciclos de vida relativamente curtos das espécies que frequentam os sistemas fluviais, considera-se ser adequada a utilização de séries de caudais médios diários com um mínimo de dez anos (Palau & Alcazar, 1996). Em princípio, o caudal base obtido deve ser suficiente para manter um nível adequado de habitabilidade no troço ou segmento fluvial considerado.

A aplicação do método do caudal base às secções das barragens de Alvito e do Loureiro utilizou as séries de caudais médios diários estabelecidas para tais secções no período de 33 anos compreendido entre 1933/34 a 1966/67 e que se fornecem em anexo.

#### *Caudal de manutenção ( $Q_m$ )*

O caudal de manutenção,  $Q_m$ , é o caudal mínimo que deve circular no rio ao longo do tempo e decorre da aplicação de um factor de variabilidade temporal ao caudal base a partir do qual é obtido  $Q_b$ .

O factor de variabilidade tem por função adequar o regime de caudais mínimos às tendências de variação do diagrama cronológico natural. O caudal de manutenção calcula-se de forma simples a partir da relação atenuada entre o caudal médio de cada mês e o menor caudal mensal médio. Por omissão, a sua definição utiliza uma base mensal, mas pode ser estabelecido para qualquer outra escala de tempo, até ao dia.

O cálculo do caudal de manutenção efectua-se de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{mi} = Q_b \sqrt{\frac{Q_{mes\ i}}{Q_{mes\ min}}} \quad (9)$$



em que  $Q_{mi}$  é o caudal de manutenção médio para o mês  $i$ ,  $Q_b$ , o caudal base,  $Q_{mes\ i}$ , a média do caudal médio no mês  $i$  (caudal mensal médio no mês  $i$ ) e  $Q_{mes\ min}$  a menor das médias dos caudais mensais médios. Os caudais  $Q_{mes\ i}$  e  $Q_{mes\ min}$  são avaliados com base no período de registos adoptado na definição de  $Q_b$ .

### ***Aplicação do método às secções das barragens do Alvito e do Loureiro***

Tendo por base as séries de caudais médios diários estabelecidas para as secções das barragens de Alvito e do Loureiro, procedeu-se à aplicação do método do caudal base utilizando, para o efeito, o *software Regimen de Caudales de Mantenimiento* na versão 2.0.10 para Windows 95 (cedência pessoal de A. Palau).

O estudo foi efectuado para o período de 33 anos (de 1934/35 a 1966/67) a que se admite referirem-se as mencionadas séries de caudais. Não obstante a dimensão do anterior período exceder os dez anos que normalmente se associam ao método, julga-se que não tem sentido não utilizar a totalidade da informação disponível, truncando-a, tanto mais que o período de dez anos referido na bibliografia consultada é entendido como mínimo.

Os resultados da aplicação do método do caudal base por recurso ao *software* mencionado são apresentados sob a forma de tabelas de *Excel*, em que uma delas inclui o caudal base e outra, os caudais mensais médios de manutenção, tanto num, como noutro caso, com aproximação numérica ao litro. Verificou-se, contudo, que, no caso dos aproveitamentos em análise, tais caudais eram sistematicamente nulos.

Uma apreciação mais detalhada dos resultados do programa revelou que, ao longo dos sucessivos meses, os caudais mensais médios, por um lado, indicados pelo mesmo e, por outro lado, anteriormente sistematizados nos Quadros 6.7.8 e 6.7.9 diferiam, o que não deveria acontecer. Atendendo a que os resultados destes dois últimos quadros decorrem directamente dos caudais médios diários estimados para os aproveitamentos, caudais estes últimos, que, por sua vez, constituem precisamente os dados do programa, conclui-se que existe alguma incongruência no processamento deste programa. Admite-se que tal incongruência seja devida a erros de arredondamento e truncatura numérica que poderão estar também na origem dos valores nulos sistematicamente indicados para os caudais base e de manutenção.

Por forma a aumentar a precisão numérica dos resultados, foi necessário implementar o método do caudal base num programa de cálculo automático computacional (escrito em linguagem de programação *FORTRAN* e especificamente desenvolvido para o efeito). O resumo dos resultados assim alcançados é apresentado no Quadro 6.7.10.



Não obstante ter sido possível alcançar valores diferentes de zero para os caudais objecto do método, tais valores são de tal modo diminutos que se afiguram desprovidos de sentido.

Na medida em que o caudal de base apresenta elevado grau de sensibilidade ao regime hidrológico, aumentando com o aumento do escoamento anual médio e da área da bacia hidrográfica, à partida, era de esperar que a aplicação do método à região em estudo conduzisse a valores muito pequenos daquele caudal, pois tal região enquadra-se numa zona de Portugal Continental onde se registam das mais baixas alturas do escoamento anual médio.

Acresce que, apesar do método ter sido desenvolvido com base num conjunto de cursos de água representativos dos vários tipos de regime hidrológico que caracterizam a região da Catalunha, nomeadamente, regime permanente ou temporário, com características mediterrâneas ou não (Palau *et al.*, 1995, e Palau e Alcazar, 1996, *in* INAG, DSP, 2002, p. 4.14), julga-se que a zona de inserção dos aproveitamentos de Alvito e do Loureiro apresenta aridez e, conseqüentemente, irregularidade hidrológica, muito mais acentuadas do que aquela região espanhola.

Quadro 6.7.10 – Secções das barragens de Alvito e do Loureiro.  
Caudais base e correspondentes caudais mensais médios de manutenção.

Mês	Alvito	Loureiro
	Caudal base (l/s)	
	≈ 0.0	≈ 0.0
	Caudal médio mensal de manutenção (l/s)	
Outubro	0.8	0.1
Novembro	1.3	0.1
Dezembro	1.9	0.1
Janeiro	2.6	0.2
Fevereiro	2.6	0.2
Março	2.5	0.2
Abril	1.4	0.1
Maio	0.9	0.1
Junho	0.3	0.0
Julho	0.1	0.0
Agosto	0.0	0.0
Setembro	0.1	0.0

Assim, afigura-se válido concluir que o método do caudal base poderá não se adequar a todos os regimes hidrológicos, não fornecendo indicações úteis no caso das secções das barragens em análise. Por último, refere-se que, de acordo com Alves, 2002, *in* INAG, DSP, 2002, p. 4.15, o valor do caudal base fica





geralmente compreendido entre os caudais médios diários a que correspondem durações médias anuais de 217 e 361 dias.

Para averiguar se os resultados obtidos para as secções das barragens de Alvito e do Loureiro estavam em consonância com esta indicação, obtiveram-se as curvas de duração médias anuais do caudal médio diário referentes àquelas secções, bem como a correspondente curva adimensional. Para o efeito, utilizaram-se as séries de caudais médios diários estimadas para as secções das barragens. Anota-se que, em consequência do procedimento aplicado à transposição de séries de caudais, a curva de duração adimensional é comum às duas secções em estudo. A Figura 6.7.8 ilustra as curvas de duração obtidas.

De acordo com as curvas da figura precedente, verifica-se que às durações médias anuais de 217 e 361 dias correspondem, no caso da barragem de Alvito, os caudais de 4 e de 0 l/s e, no da barragem do Loureiro, o caudal único de 0 l/s, valores que apontam no sentido da confirmação dos resultados do Quadro 6.7.9 e, simultaneamente, da não adequação do método do caudal base às secções em referência.

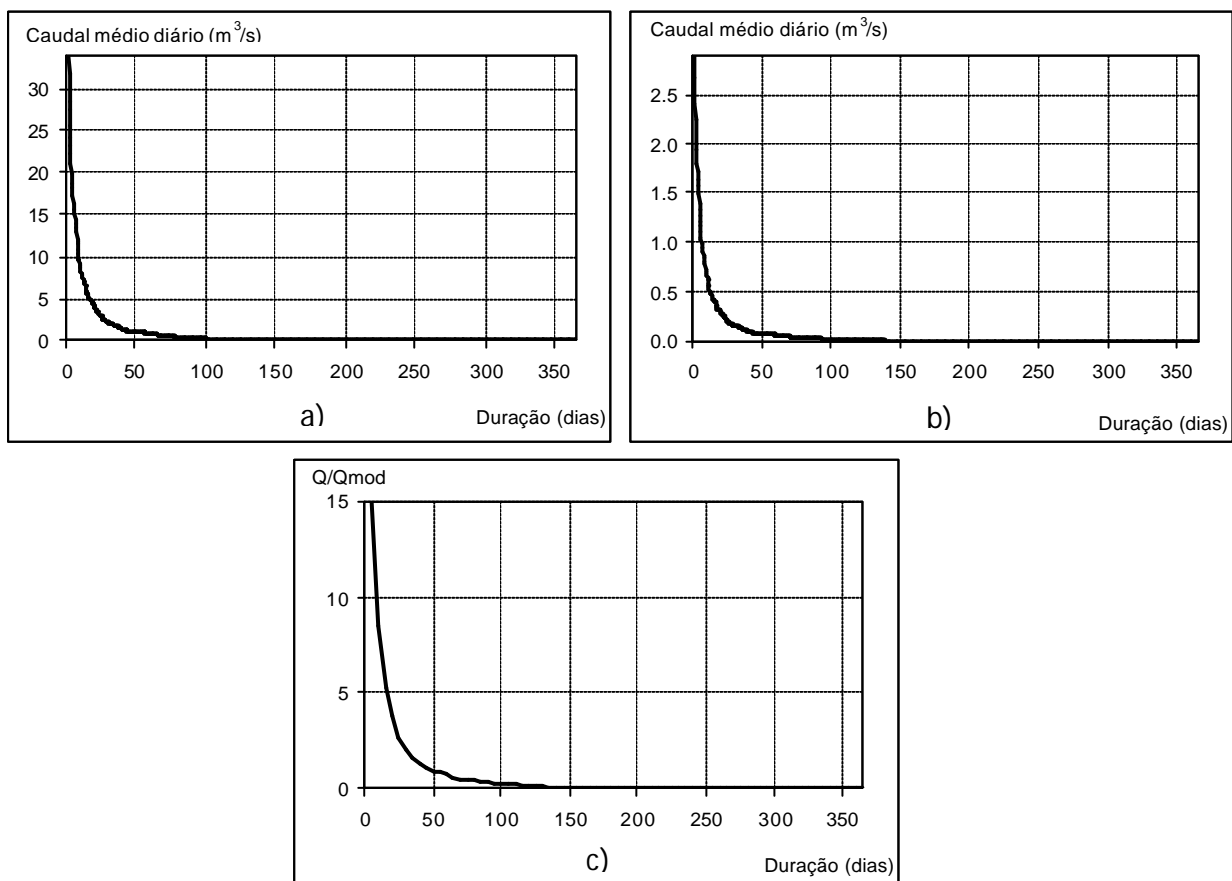


Figura 6.7.8 - Curva de duração média anual do caudal médio diário: a) na secção da barragem de Alvito; b) na secção da barragem do Loureiro e c) adimensional.



### Método apresentado em INAG, DSP, 2002

Alves & Bernardo, 2002, *in* INAG, DSP, 2002, pp. 3.1 a 3.27, propõem um método aplicável a Portugal Continental para determinar o regime de caudal ecológico a garantir a jusante de aproveitamentos hidráulicos e que admitem conduzir a um regime modificado que, na sua variabilidade intra anual, mimetiza o regime natural.

Tal método, para o qual se adoptou a designação abreviada de método proposto por INAG, DSP, 2002, considera a divisão de país em três regiões que os autores identificam como hidrologicamente homogéneas, cada uma com um regime de caudal ecológico associado, definido à escala mensal, com base nos quantis obtidos a partir das curvas de duração referentes aos sucessivos meses.

As bacias hidrográficas das barragens de Alvito e do Loureiro inserem-se na região a Sul do rio Tejo para a qual é proposto o regime mensal de caudal ecológico apresentado no Quadro 6.7.11. Este quadro inclui, ainda, os valores que, mês e mês, os autores em menção indicam para o caudal ecológico na secção da estação hidrométrica de Odivelas (241/01), aplicada no presente estudo à transposição das séries de caudais médios diários para as secções das barragens de Alvito e do Loureiro.

Quadro 6.7.11 – Método apresentado em INAG, DSP, 2002. Critério para a região a Sul do rio Tejo e correspondentes caudais de manutenção ecológica na estação hidrométrica de Odivelas.

Mês	Caudal de manutenção ecológica	
	Critério	Valor para a EH de Odivelas (m <sup>3</sup> /s)
Outubro	q <sub>med</sub>	0.520
Novembro	q <sub>25</sub>	0.342
Dezembro	(q <sub>50</sub> +q <sub>25</sub> )/2	(0.281+1.961)/2=1.121
Janeiro	q <sub>50</sub>	1.101
Fevereiro	q <sub>50</sub>	1.320
Março	q <sub>50</sub>	1.456
Abril	q <sub>50</sub>	0.592
Maio	q <sub>50</sub>	0.241
Junho	q <sub>50</sub>	0.039
Julho	q <sub>med</sub>	0.007
Agosto	q <sub>med</sub>	0.000
Setembro	q <sub>med</sub>	0.017

No anterior quadro q<sub>med</sub> representa o caudal médio no mês em questão (caudal mensal médio) e o caudal q<sub>α</sub> é tal que, em média, em α% do número de dias desse mês ocorrem caudais superiores ao mesmo. O



índice  $\alpha$  representa, portanto, a estimativa amostral da probabilidade de excedência associada a  $q_\alpha$  determinada com base nos registos hidrométricos. Para o efeito, Alves & Bernardo, 2002 referem que apenas foram consideradas as estações hidrométricas com mais de dez anos de observações.

A generalização do procedimento de transposição que precedeu a obtenção das séries de caudais afluentes às secções das barragens de Alvito e do Loureiro permite recorrer a tal procedimento para obter o regime de caudal ecológico naquelas secções a partir dos caudais de manutenção ecológica indicados no Quadro 6.7.10 para a estação hidrométrica de Odivelas. Para o efeito e em conformidade com a equação (4), basta exprimir cada um dos caudais que figuram naquele quadro como fracção do módulo na estação hidrométrica e aplicar tal fracção aos módulos referentes às secções das barragens.

Os resultados assim obtidos são indicados no Quadro 6.7.12. Anota-se que tais resultados têm subjacente o período de 33 anos, entre 1934/35 a 1966/67, adoptado no presente estudo, ao qual se referem as afluências anuais médias também especificados no quadro, bem como os correspondentes módulos.

Quadro 6.7.12 – Metodo apresentado em INAG, DSP, 2002. Estabelecimento dos caudais de manutenção ecológica nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro por transposição dos caudais na estação hidrométrica de Odivelas (241/01).

Mês	Estação hidrométrica de Odivelas				Secção da barragem de Alvito			Secção da barragem do Loureiro		
	Caudal ecológico Q (m <sup>3</sup> /s)	Afluência anual média (hm <sup>3</sup> )	Módulo, Qmod (m <sup>3</sup> /s)	Q/Qmod (-)	Afluência anual média (hm <sup>3</sup> )	Módulo (m <sup>3</sup> /s)	Caudal ecológico (m <sup>3</sup> /s)	Afluência anual média (hm <sup>3</sup> )	Módulo (m <sup>3</sup> /s)	Caudal ecológico (m <sup>3</sup> /s)
Outubro	0.520			0.214			0.231			0.016
Novembro	0.342			0.140			0.152			0.011
Dezembro	1.121			0.460			0.498			0.035
Janeiro	1.101			0.452			0.489			0.034
Fevereiro	1.320			0.542			0.586			0.041
Março	1.456	76.800	2.435	0.598	34.100	1.081	0.646	2.400	0.076	0.046
Abril	0.592			0.243			0.263			0.019
Maio	0.241			0.099			0.107			0.008
Junho	0.039			0.016			0.017			0.001
Julho	0.007			0.003			0.003			0.000
Agosto	0.000			0.000			0.000			0.000
Setembro	0.017			0.007			0.008			0.001

Uma vez que se dispõe das séries de caudais médios diários afluentes às secções das barragens de Alvito e do Loureiro, achou-se conveniente proceder à confirmação dos resultados do anterior quadro mediante o cálculo, baseado naquelas séries, dos caudais  $q_\alpha$  indicados no Quadro 6.7.11. Para o efeito elaborou-se um programa de cálculo automático computacional (escrito em linguagem de programação FORTRAN) que



conduziu aos resultados indicados no Quadro 6.7.12, que inclui a indicação dos valores de  $q_{med}$  (retirada dos Quadros 4.7.6 e 4.7.7) quando este caudal concretiza o critério aplicável ao mês.

Mês a mês e para a secção de cada uma das barragens, verifica-se, assim, que existe uma nítida proximidade entre os caudais indicados nos Quadros 6.7.12 e 6.7.13, não obstante terem sido obtidos de modos tão distintos. Tal proximidade decorre e, mais uma vez, valida o procedimento de transposição das séries de caudais médios diários utilizado no presente estudo. Dado, contudo, que os caudais indicados no último daqueles quadros utilizaram directamente as séries estabelecidas para as secções das barragens, considera-se que devem ser os adoptados como resultados do método proposto por Alves e Bernardo, 2002, *in* INAG, DSP, 2002, pp. 3.1 a 3.27.

Quadro 6.7.13 – Estabelecimento do regime de caudal ecológico nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro por utilização das séries de caudais médios diários afluentes àquelas secções

Mês	Caudal de manutenção ecológica		
	Critério	Barragem de Alvito (m <sup>3</sup> /s)	Barragem do Loureiro (m <sup>3</sup> /s)
Outubro	$q_{med}$	252.0	17.7
Novembro	$q_{25}$	146.5	10.3
Dezembro	$(q_{50}+q_{25})/2$	$(126.5+870.1)/2=498.3$	$(9.0+61.2)/2=35.1$
Janeiro	$q_{50}$	470.5	33.1
Fevereiro	$q_{50}$	514.9	36.2
Março	$q_{50}$	639.2	45.0
Abril	$q_{50}$	248.6	17.5
Maio	$q_{50}$	111.0	7.8
Junho	$q_{50}$	17.8	1.2
Julho	$q_{med}$	3.2	0.2
Agosto	$q_{med}$	0.0	0.0
Setembro	$q_{med}$	8.3	0.6

A finalizar o presente item, nas Figuras 6.7.9 e 6.7.10 apresentam-se as curvas de duração mensais médias nas secções das barragens de Alvito e de Loureiro, no período de 33 anos para o qual se estimaram os caudais médios diários. Tais figuras incluem também as curvas nos meses de Outubro e de Julho a Setembro, não obstante as mesmas não intervirem no cálculo dos caudais ecológicos que, nesses meses, igualam os correspondentes caudais mensais médios.

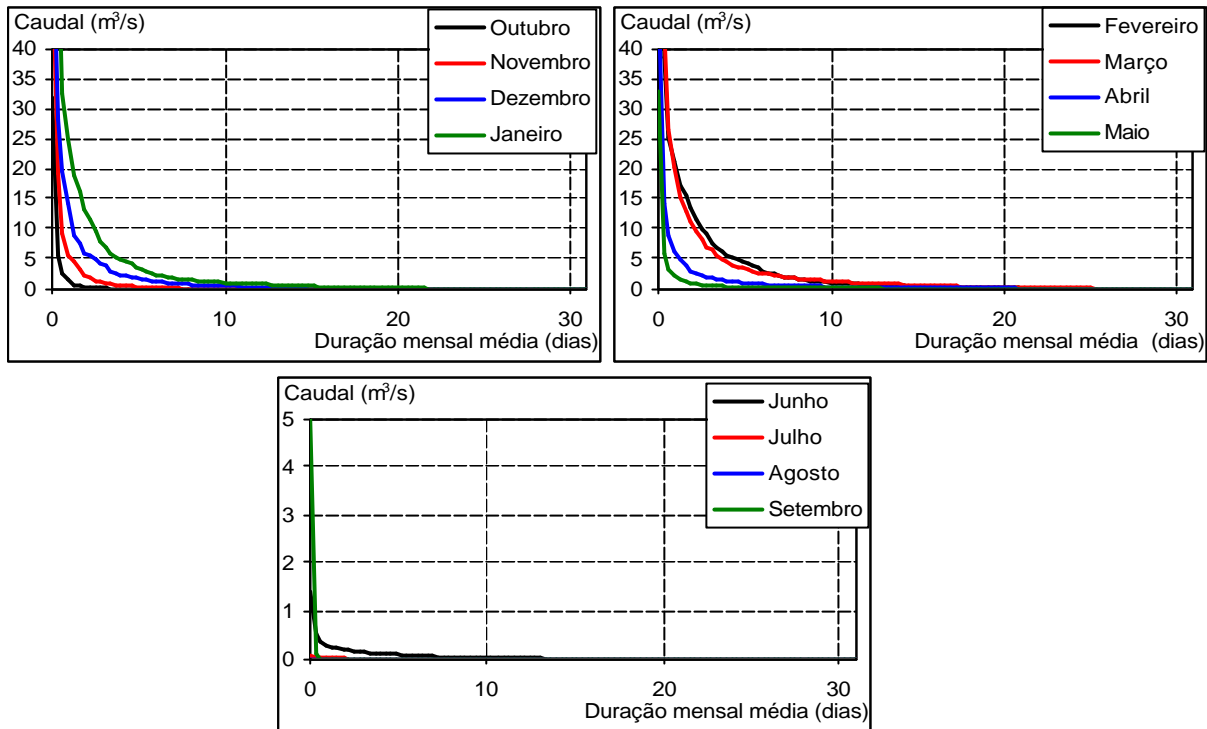


Figura 6.7.9 - Secção da barragem de Alvito. Curvas de duração mensais médias

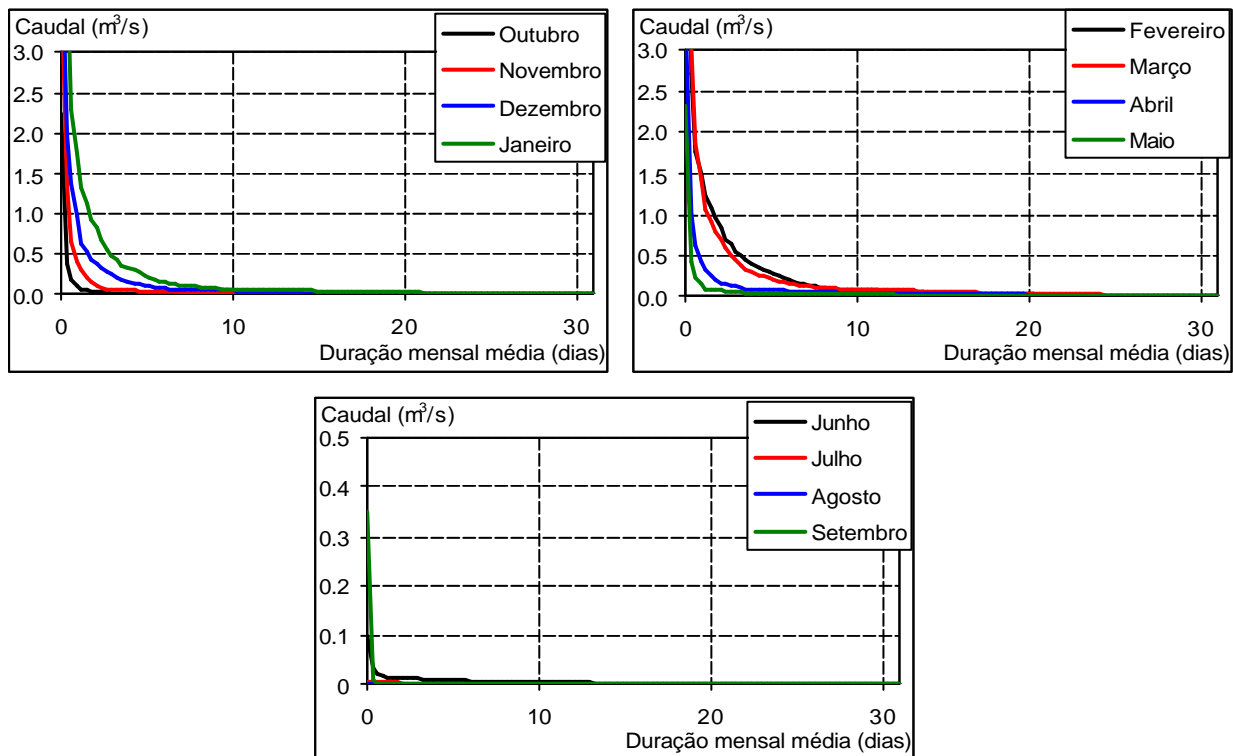




Figura 6.7.10 - Secção da barragem de Loureiro. Curvas de duração mensais médias

## Método do perímetro molhado

Dada a disparidade entre os resultados do método do caudal base e do método apresentado em INAG, DSP, 2002, optou-se por recorrer a mais um procedimento de definição dos caudais de manutenção ecológica, designadamente ao método do perímetro molhado.

Tal método, também designado por método dos transeptos, teve aplicação considerável a partir do trabalho de White (1976), que desenvolveu um procedimento baseado na análise comparativa entre os caudais que se escoam num curso de água e os correspondentes perímetros molhados, no pressuposto de que existe uma relação crescente entre tais perímetros e a capacidade biogénica do rio.

O método requer que, para uma dada secção de um curso de água caracterizada pelo respectivo perfil transversal, seja obtida a curva que relaciona os caudais,  $Q$ , que aí se escoam com os perímetros molhados,  $P$ , que lhes correspondem – curva  $(P, Q)$ . O caudal de manutenção ecológica recomendado pelo método corresponde ao caudal, de entre os mais baixos caudais escoados, para o qual a anterior curva denota uma inflexão.

A aplicação do método do perímetro molhado pressupõe, não só a selecção das secções dos cursos de água que deverão ser objecto de determinação dos caudais de manutenção ecológica, como também a explicitação do modelo a aplicar ao cálculo hidráulico subjacente ao procedimento.

Para o efeito, adoptaram-se as secções em que se pretendem estabelecer as alturas de escoamento, secções que, contudo, serão objecto de menção e caracterização adequadas apenas no ponto 6.7.3.4, no qual será também detalhado o modelo aplicado ao cálculo hidráulico, que engloba a determinação do perímetro molhado.

Por ora, refere-se somente que foram seleccionadas as duas secções em cada curso de água esquematicamente localizadas nas Figuras 6.7.16 e 6.7.17, incluídas no ponto 6.7.3.4 e identificadas por O1 e O2, no caso da ribeira de Odívelas, e por L1 e L2, no da ribeira do Loureiro.

As curvas  $(P, Q)$  que, no pressuposto de escoamento em regime uniforme nas anteriores secções, relacionam o perímetro molhado com o caudal escoado são apresentadas nas Figuras 6.7.11 e 6.7.12, para a ribeira de Odívelas, e 6.7.13 e 6.7.14, para a ribeira do Loureiro.

Na última das duas figuras referentes a um mesmo curso de água, que contém a ampliação da curva  $(P, Q)$  para os caudais baixos, destacaram-se e registaram-se os caudais que se admitem corresponderem às



inflexões a que se refere o método em aplicação. Como seria de esperar, tais caudais são, para um mesmo curso de água, bastante distintos, em dependência estreita com a geometria da secção transversal.

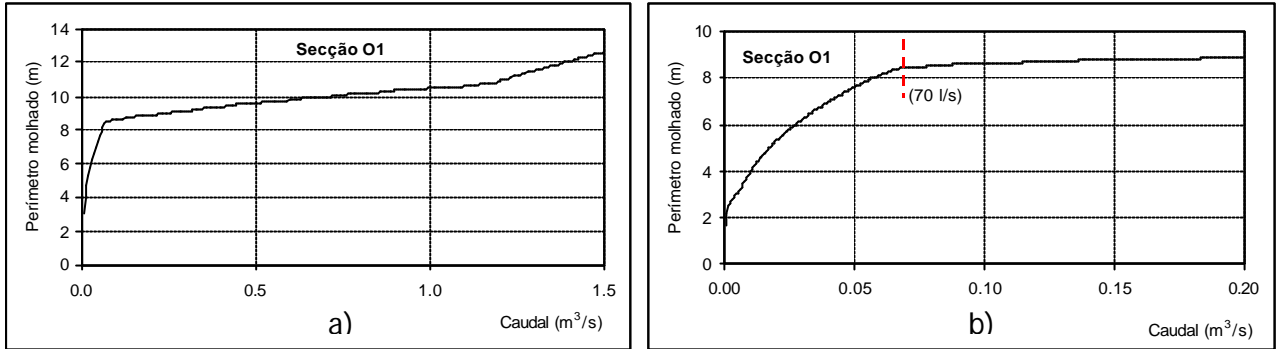


Figura 6.7.11 - Ribeira de Odivelas na secção O1. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. a) Curva e b) pormenor

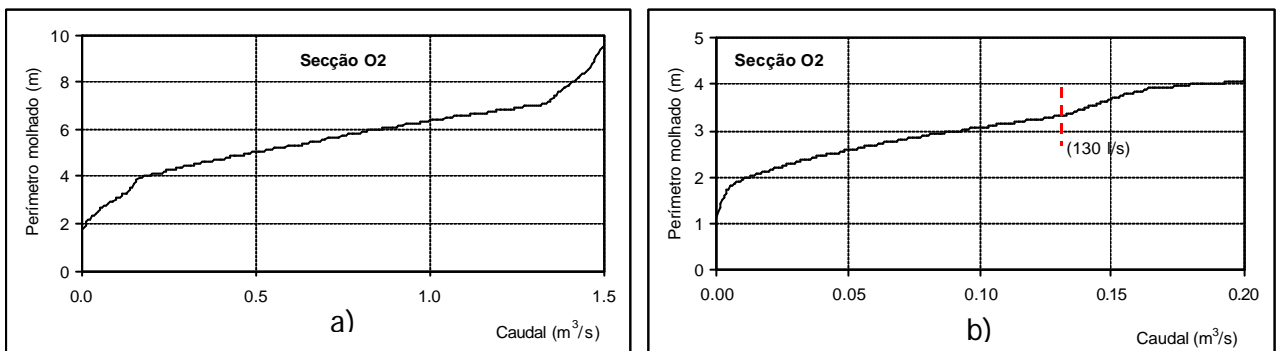


Figura 6.7.12 - Ribeira de Odivelas na secção O2. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. a) Curva e b) pormenor

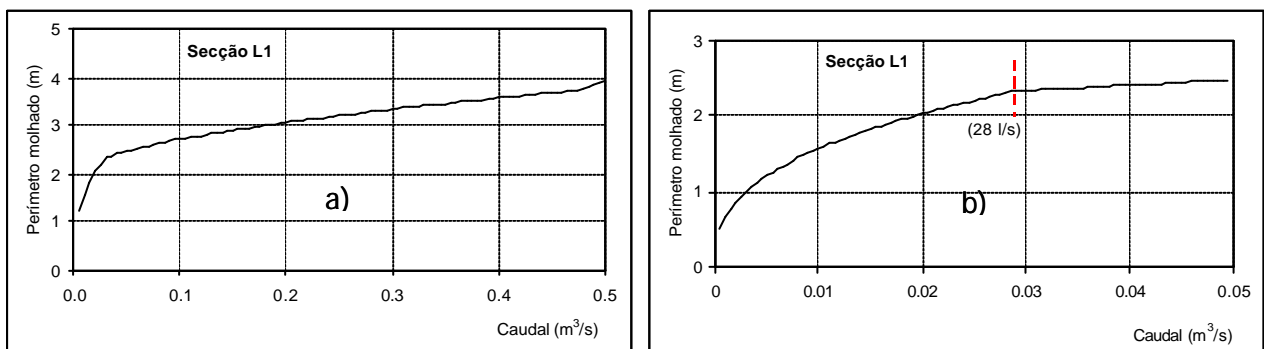


Figura 6.7.13 - Ribeira do Loureiro na secção L1. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. a) Curva e b) pormenor.

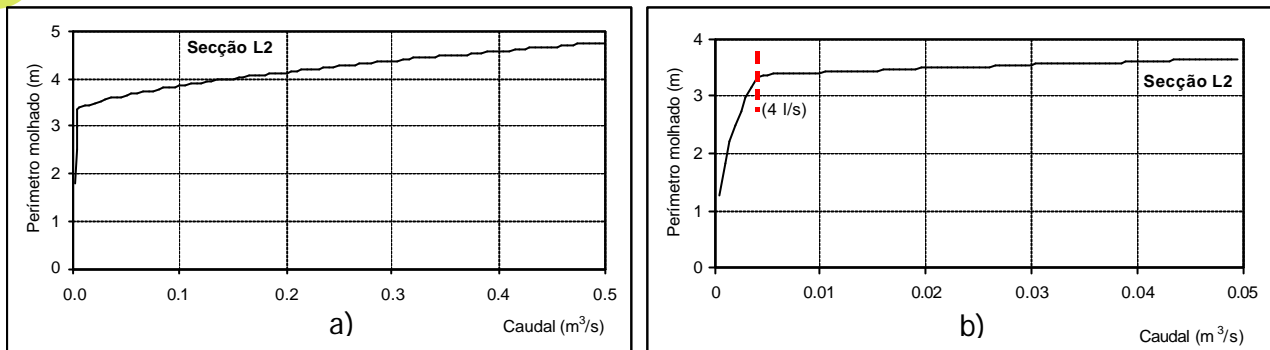


Figura 6.7.14 - Ribeira do Loureiro na secção L2. Perímetro molhado (regime uniforme) em função do caudal. a) Curva e b) pormenor

Numa tentativa de generalizar os resultados precedentes ao trecho de cada curso de água inserido imediatamente a jusante da barragem nele localizada ou a localizar, analisaram-se duas situações distintas, adoptando para caudal associado ao método do perímetro molhado, numa situação, o maior caudal dos dois caudais obtidos com base nas duas secções transversais analisadas para esse curso de água e, noutra, situação, a média daqueles dois caudais.

Os caudais que, assim, se associaram ao método do perímetro molhado foram os seguintes:

- Primeira situação (critério: maior dos dois caudais obtidos):
  - ribeira de Odivelas – 130 l/s;
  - ribeira do Loureiro – 28 l/s.
- Segunda situação (critério: média dos dois caudais obtidos):
  - ribeira de Odivelas – 100 l/s;
  - ribeira do Loureiro – 16 l/s.

Embora reconhecendo-se que a aplicação do método do perímetro molhado a uma dada secção apenas permite inferir para tal secção um único caudal, optou-se por introduzir um procedimento adicional que, na média dos meses, assegura aquele caudal mas que, a partir do mesmo, permite estabelecer um regime hidrológico mensal que se admite mimetizar o regime natural.

Para o efeito, considerou-se que o caudal de manutenção ecológica num dado mês,  $Q_i$ , poderia ser obtido por multiplicação do caudal que decorre do método do perímetro molhado,  $Q_{pm}$ , da relação entre o caudal mensal médio relativo a esse mês,  $Q_{mes i}$ , e o caudal médio diário anual ou módulo,  $Q_{mod}$ , ou seja:

$$Q_i = Q_{pm} \frac{Q_{mes i}}{Q_{mod}} \quad (10)$$





em que  $Q_{mes\ i}/Q_{mod}$  é um factor que pretende traduzir a variabilidade mensal do escoamento.

Anota-se que a expressão (10) assegura que a média (devidamente ponderada pelo número de dias de cada mês) dos caudais  $Q_i$  é igual ao caudal  $Q_{pm}$  que decorre do método do perímetro molhado que, assim, é entendido como um caudal médio de manutenção ecológica.

Tendo em conta os caudais  $Q_{mes\ i}$  e  $Q_{mod}$  apresentados nos Quadros 6.7.8 e 6.7.9, respectivamente, para as secções das barragens de Alvito e do Loureiro, no Quadro 6.7.14 especificam-se os caudais de manutenção ecológica que resultam para àquelas secções do método do perímetro molhado com a variante introduzida.

Quadro 6.7.14 – Caudais decorrentes do método do perímetro molhado (adaptado) e correspondentes caudais mensais de manutenção ecológica

Barragem de Alvito						Barragem do Loureiro					
Caudal		Caudal de manutenção ecológica				Caudal		Caudal de manutenção ecológica			
Mensal médio $Q_{mes\ i}$ (m <sup>3</sup> /s)	Médio diário anual $Q_{mod}$ (m <sup>3</sup> /s)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)		Mensal $Q_{mes\ i}$ (m <sup>3</sup> /s)	Médio diário anual $Q_{mod}$ (m <sup>3</sup> /s)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)	
		Médio $Q_{pm}$ (l/s)	Mensal $Q_i$ (l/s)	Médio $Q_{pm}$ (l/s)	Anual $Q_i$ (l/s)			Médio $Q_{pm}$ (l/s)	Mensal $Q_i$ (l/s)		
0.252	1.081	130	30.3	100	23.3	0.018	0.076	28	6.6	16	3.8
0.746			89.7		69.0	0.053			19.5		11.2
1.576			189.5		145.8	0.111			40.9		23.4
3.080			370.4		284.9	0.217			79.9		45.7
3.300			396.9		305.3	0.232			85.5		48.8
2.767			332.8		256.0	0.195			71.8		41.1
0.928			111.6		85.8	0.065			23.9		13.7
0.394			47.4		36.4	0.028			10.3		5.9
0.051			6.1		4.7	0.004			1.5		0.8
0.003			0.4		0.3	0.000			0.0		0.0
0.000			0.0		0.0	0.000			0.0		0.0
0.008			1.0		0.7	0.001			0.4		0.1



## Conclusões

No Quadro 6.7.14 sintetizam-se os caudais de manutenção ecológica que decorrem dos três métodos utilizados. No caso do método do caudal base, tal regime é expresso pelos caudais de manutenção, como oportunamente referido.

A indicação dos caudais afectos a fins ecológicos foi completada com a dos caudais médios mensais que lhes correspondem, obtidos por ponderação daqueles outros caudais tendo em conta o número de dias de cada mês. Com excepção dos resultados relativos ao método do caudal base, os demais resultados foram também representados numa figura, designadamente na Figura 6.7.15.

No pressuposto de que os caudais de manutenção ecológica seriam lançados para jusante em permanência (o que, no caso da barragem de Alvito, requereria a utilização de parte da água armazenada na albufeira e, no caso da barragem do Loureiro, o reforço dos caudais bombados, numa e noutra situação, por forma a suprir a diferença entre o caudal afluente em regime natural e o caudal ecológico previsto para esse mês), estimaram-se os volumes anuais médios,  $\bar{V}$ , que correspondem aos diferentes regimes ecológicos estabelecidos, volumes que foram também expressos em percentagens das aflúencias anuais médias,  $\bar{V}$ , nas secções das duas barragens em análise. Recordar-se que  $\bar{V}$  ascende a 34,1 hm<sup>3</sup>, para a barragem de Alvito, e a 2,4 hm<sup>3</sup>, para a do Loureiro.

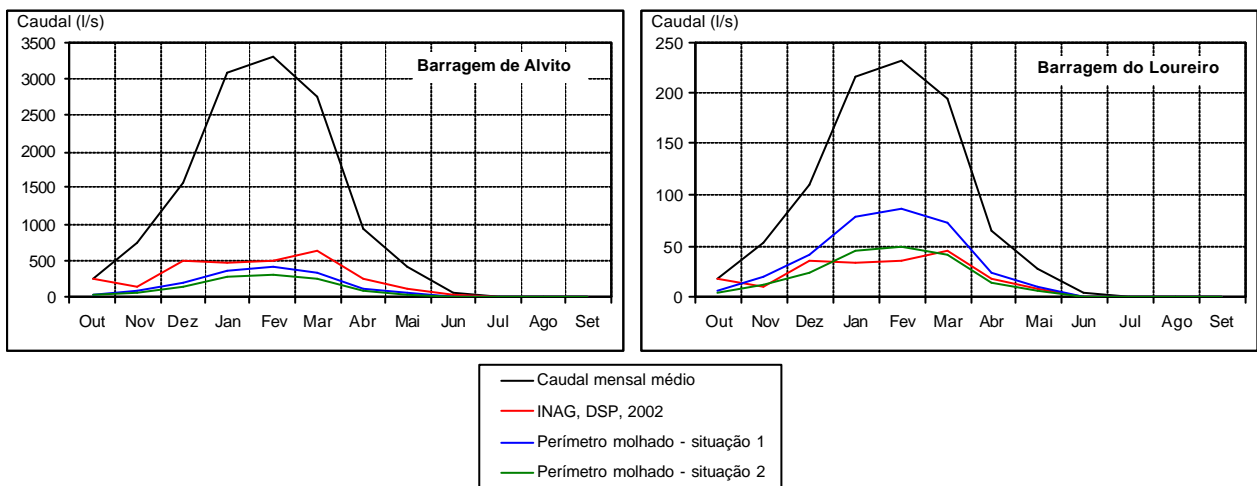


Figura 6.7.15 - Secções das barragens de Alvito e do Loureiro. Caudais de manutenção ecológica

Os resultados do Quadro 6.7.14 evidenciam as grandes diferenças que existem entre os resultados do método do caudal base e os dos restantes dois métodos, reforçando a inadequação dos caudais fornecidos por aquele primeiro procedimento, por serem nitidamente reduzidos (razão pela qual não foram incluídos na Figura 6.7.15, pois praticamente não teriam representação à escala aí adoptada). Como oportunamente referido, julga-se que tal inadequação decorre da acentuada irregularidade do regime



natural nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro que, para qualquer mês, faz esperar períodos consideráveis com caudais muito pequenos ou mesmos nulos, os quais são determinantes dos resultados da análise de médias móveis, pressuposta pelo método.

Relativamente aos métodos proposto pelo INAG, DSP, 2002, e baseado no conceito de perímetro molhado constata-se que, no pressuposto de lançamento em permanência dos sucessivos caudais mensais de manutenção ecológica, aquele primeiro método mobilizaria uma percentagem muito significativa da afluência anual média (cerca de 22%), percentagem que, para a ribeira do Loureiro, é contudo consideravelmente inferior à de cerca de 37% requerida pelo método do perímetro molhado para a situação 1.

Apenas para a ribeira do Loureiro parece existir uma certa concordância entre os caudais propostos por diferentes métodos, designadamente, pelos métodos apresentado em INAG, DSP, 2002, e do perímetro molhado para a situação 2, que conduzem a valores médios dos caudais de manutenção ecológica próximos, sendo também próximos os volumes anuais médios afectos a fins ecológicos, uma vez que os correspondentes regimes ecológicos sejam mantidos em permanência.

Ressalva-se que o pressuposto de manutenção em permanência de um regime ecológico poderá só ter sentido no caso da barragem do Loureiro, mediante o recurso a um acréscimo do volume bombado sempre que os caudais naturais do curso de água forem inferiores aos de manutenção ecológica. Já para a barragem de Alvito tal pressuposto poderá não ser viável, uma vez que se opte por afectar à satisfação dos caudais de manutenção ecológica apenas as afluências próprias do curso de água, mas sem recurso à água armazenada na albufeira.

Em face da diversidade que, de modo geral, ressalta dos caudais obtidos, julgou-se adequado complementar tais caudais com a especificação das alturas de água e das velocidades médias que lhes correspondem, de modo a verificar se são igualmente distintas as condições de escoamento. O estabelecimento daqueles parâmetros hidráulicos é objecto do ponto seguinte que, contudo, não contempla os caudais associados ao método do caudal base que, tendo-se revelado inadequados, não serão retomados.

#### 6.7.3.4. Cálculo das alturas de água e das velocidades médias de escoamento

Para estimativa aproximada das alturas de água correspondentes aos caudais ecológicos obtidos no item precedente foram seleccionadas as secções esquematicamente localizadas nas Figuras II.20 e II.21 (Volume II) aliás, já subjacentes ao método do perímetro molhado, como oportunamente referido.

As secções representadas nestas figuras foram objecto de reconhecimento local, no decurso do qual se afigurou corresponderem a secções estáveis e representativas da geometria do vales das ribeiras de



Odivelas e do Loureiro no trechos dos cursos de água a jusante das barragens, respectivamente, de Alvito e do Loureiro. Os perfis transversais correspondentes às anteriores secções são apresentados nas Figuras 6.7.16 e 6.7.17 e nos Quadros 6.7.15 e 6.7.16.

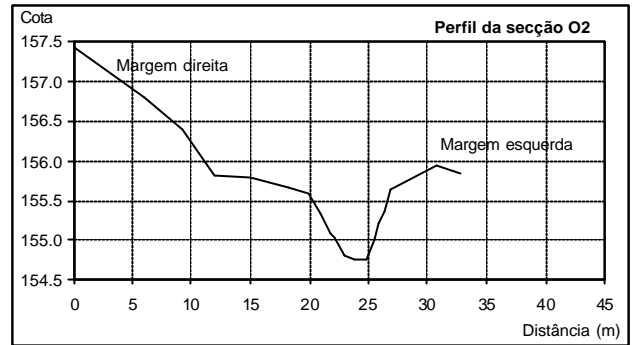
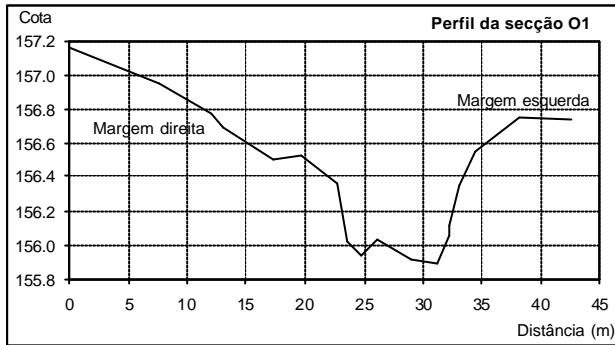


Figura 6.7.16 - Ribeira de Odivelas. Perfis transversais das secções O1 e O2

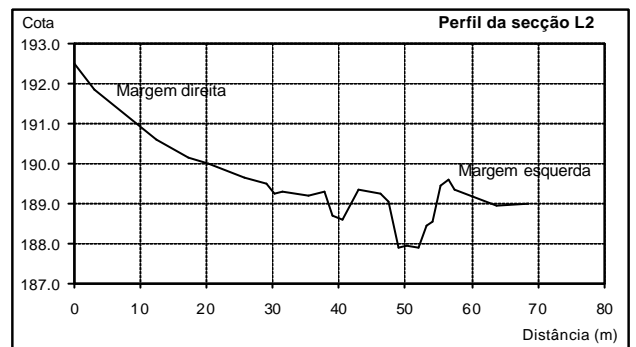
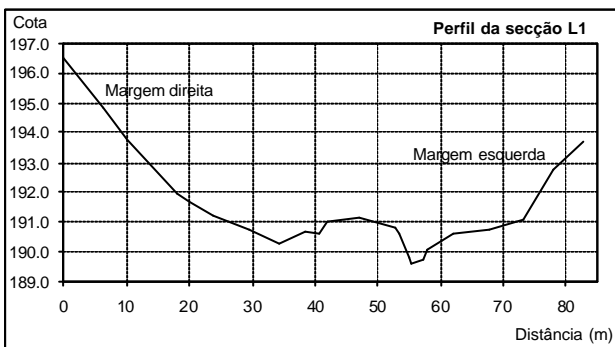


Figura 6.7.17 - Ribeira do Loureiro. Perfis transversais das secções L1 e L2

Quadro 6.7.15 – Ribeira de Odivelas. Perfis transversais das secções O1 e O2

Secção O1				Secção O2			
Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota
0.00	157.16	28.93	155.92	0	157.44	23.07	154.81
7.66	156.95	31.25	155.89	6.06	156.79	23.76	154.76
12.04	156.77	32.21	156.05	9.35	156.39	24.72	154.75
13.14	156.69	32.33	156.12	11.88	155.81	25.37	155.01
17.30	156.51	33.22	156.35	14.93	155.79	25.86	155.21
19.64	156.52	34.33	156.55	18.18	155.66	26.24	155.35
22.65	156.36	38.29	156.75	19.88	155.58	26.80	155.64
23.67	156.02	42.61	156.74	21.00	155.34	30.68	155.93
24.71	155.94			21.69	155.07	32.83	155.84
26.08	156.03			22.19	155.03		



Quadro 6.7.16 – Ribeira do Loureiro. Perfis transversais das secções L1 e L2

Secção L1				Secção L2			
Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota	Distância (m)	Cota
0.00	196.54	53.50	190.58	0.00	192.50	42.92	189.36
6.34	194.81	54.86	189.76	3.22	191.86	46.17	189.21
9.99	193.78	55.32	189.54	12.53	190.60	47.45	189.06
18.05	191.94	57.25	189.71	17.32	190.13	48.82	187.90
20.17	191.64	57.81	190.08	20.46	189.99	50.19	187.93
23.60	191.20	61.96	190.58	25.86	189.63	52.01	187.88
29.44	190.77	67.62	190.69	29.05	189.52	53.24	188.42
34.43	190.30	73.21	191.06	30.28	189.23	54.12	188.57
38.38	190.67	78.11	192.78	31.57	189.32	55.32	189.45
40.68	190.58	82.73	193.66	35.46	189.18	56.63	189.61
41.99	191.00			37.62	189.33	57.40	189.35
47.23	191.14			39.12	188.67	63.57	188.98
52.97	190.78			40.55	188.59	68.41	188.99

O estabelecimento de alturas de escoamento nas secções das Figuras 6.7.16 e 6.7.17 utilizou um procedimento expedito e aproximado, que consistiu, muito simplesmente, em atribuir a um dado caudal a correspondente altura de escoamento uniforme.

Embora se reconheça que as alturas de escoamento assim alcançadas são essencialmente indicativas, os dados de base disponíveis não permitem o recurso a algoritmos de cálculo mais adequados, que requereriam necessariamente levantamentos detalhados de trechos consideráveis dos cursos de água e a aplicação de modelos de propagação do escoamento.

De facto, o procedimento implementado utiliza como dados em cada secção apenas o caudal para o qual se pretende estimar a altura de escoamento, o perfil transversal da secção do curso de água e o declive médio do respectivo talvegue e o coeficiente de uma fórmula de resistência.

Os declives médios,  $i_m$ , dos trechos dos cursos de água em que se inserem as secções de cálculo foram estimados em 0.4 e 0.6%, para a ribeira, respectivamente, de Odivelas e do Loureiro. Para o efeito, houve que recorrer à cartografia disponível à escala 1/25 000, pelo que se reconhece que aqueles declives têm rigor inferior ao desejável.

A fórmula de resistência utilizada foi a de Manning-Strickler, com a seguinte expressão:

$$Q = K S R^{2/3} J^{1/2} \quad (11)$$



em que  $Q$  é o caudal ( $m^3/s$ ),  $K$ , um coeficiente que depende da natureza das paredes do canal ( $m^{1/3}/s$ ),  $S$ , a secção transversal do escoamento ( $m^2$ ),  $R$ , o raio hidráulico ( $m$ ) e  $J$ , a perda de carga unitária.

A secção,  $S$ , e o raio hidráulico,  $R$ , são funções da altura do escoamento,  $h$ , embora tais funções não sejam explícitas e apresentem alguma complexidade que decorre naturalmente da geometria dos leitos. Em termos gerais, ter-se-á, assim, que:

$$\begin{cases} S = S(h) \\ R = R(h) \end{cases} \quad (12)$$

No pressuposto de escoamento em regime uniforme, o perfil da superfície livre, a linha de energia e o perfil longitudinal do leito são rectilíneos e paralelos entre si, verificando-se que a perda de carga é igual à diminuição, por unidade de comprimento, da cota do perfil longitudinal do talvegue ou seja, igual ao seno de ângulo que aquele talvegue forma com a horizontal (Quintela, 1981, p. 253). Na medida em que tal ângulo é bastante pequeno, o seno pode ser razoavelmente aproximado pelo declive médio do trecho de curso de água em que se insere a secção de cálculo, obtendo-se:

$$J \cong i_m \quad (13)$$

Na atribuição de um valor ao coeficiente  $K$  atendeu-se às indicações apresentadas em Chow (1985, pp. 116 a 123), complementadas pelo reconhecimento efectuado e pela experiência precedente de aplicação de fórmula de Manning-Strickler a cursos de água do Continente.

Nas Fotografias II.5 a II.7 (Volume II) documentam-se alguns aspectos da ribeira do Loureiro, que não diferem dos ocorrentes na ribeira de Odivelas. Em função dos elementos precedentes, admite-se que  $K$  possa rondar o valor de  $10 m^{1/3}/s$ . Em consequência da geometria complexa das secções transversais dos cursos de água naturais, as alturas de escoamento não podem ser explicitamente obtidas a partir da resolução da equação (11) para um dado caudal, sendo necessário recorrer a procedimentos iterativos.

Na aplicação que agora se apresenta recorreu-se ao método iterativo directo mediante a utilização de um programa de cálculo automático computacional (escrito em linguagem de programação *FORTRAN*), especificamente desenvolvido para o efeito. Os resultados alcançados para os caudais de manutenção ecológica obtidos no item precedente (com a excepção referida dos caudais associados ao método do caudal base) são apresentados nos Quadros 6.7.17 a 6.7.20, em que se inclui, ainda, a indicação das alturas de escoamento relativas aos caudais mensais médios.

De modo a permitir analisar mais convenientemente os resultados dos quadros precedentes, procedeu-se, para cada secção, à representação gráfica das alturas de escoamento fornecidas pelos diferentes métodos ao longo dos sucessivos meses - Figuras 6.7.18 e 6.7.19.



Quadro 6.7.17 – Secção O1 da ribeira de Odivelas. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme).

Mês	Caudal mensal médio		Método INAG, DSP, 2002		Método do perímetro molhado (adaptado)			
	Caudal (m³/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)	
					Caudal (l/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)
Outubro	0.252	22.8	252.0	22.8	30.3	10.2	23.3	9.1
Novembro	0.746	37.5	146.5	18.3	89.70	15.3	69.0	14.0
Dezembro	1.576	56.1	498.3	31.0	189.5	20.3	145.8	18.3
Janeiro	3.080	80.0	470.5	30.1	370.4	27.0	284.9	24.0
Fevereiro	3.300	82.0	514.9	31.4	396.9	27.9	305.3	24.8
Março	2.767	76.6	639.2	34.8	332.8	25.7	256.0	22.9
Abril	0.928	41.8	248.6	22.7	111.6	16.6	85.8	15.1
Maio	0.394	27.8	111.0	16.5	47.4	12.1	36.4	10.9
Junho	0.051	12.5	17.8	8.2	6.1	5.2	4.7	4.6
Julho	0.003	4.0	3.2	3.9	0.4	1.9	0.3	1.7
Agosto	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Setembro	0.008	5.8	8.3	5.9	1.0	2.6	0.7	2.3
<b>Média</b>	<b>1.081</b>	<b>45.0</b>	<b>241.7</b>	<b>22.4</b>	<b>130.0</b>	<b>17.5</b>	<b>100.0</b>	<b>15.9</b>

Quadro 6.7.18 – Secção O2 da ribeira de Odivelas. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)

Mês	Caudal mensal médio		Método INAG, DSP, 2002		Método do perímetro molhado (adaptado)			
	Caudal (m³/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)	
					Caudal (l/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)
Outubro	0.252	38.5	252.0	38.5	30.3	13.4	23.3	11.8
Novembro	0.746	63.3	146.5	30.0	89.7	23.2	69.0	20.3
Dezembro	1.576	95.7	498.3	52.4	189.5	34.0	145.8	29.9
Janeiro	3.080	121.6	470.5	51.0	370.4	45.8	284.9	40.7
Fevereiro	3.300	123.4	514.9	53.2	396.9	47.2	305.3	41.9
Março	2.767	118.9	639.2	58.8	332.8	43.6	256.0	38.8
Abril	0.928	70.1	248.6	38.3	111.6	25.9	85.8	22.7
Maio	0.394	47.1	111.0	25.8	47.4	16.8	36.4	14.7
Junho	0.051	17.4	17.8	10.3	6.1	6.2	4.7	5.5
Julho	0.003	4.6	3.2	4.6	0.4	1.7	0.3	1.5
Agosto	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Setembro	0.008	7.2	8.3	7.2	1.0	2.6	0.7	2.2
<b>Média</b>	<b>1.081</b>	<b>75.3</b>	<b>241.7</b>	<b>37.8</b>	<b>130.0</b>	<b>27.8</b>	<b>100.0</b>	<b>24.5</b>



Quadro 6.7.19 – Secção L1 da ribeira do Loureiro. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)

Mês	Caudal mensal médio		Método INAG, DSP, 2002		Método do perímetro molhado (adaptado)			
	Caudal (m³/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)	
					Caudal (l/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)
Outubro	0.018	14.2	17.7	14.2	6.6	9.80	3.8	8.0
Novembro	0.053	21.0	10.3	11.6	19.5	14.7	11.2	11.9
Dezembro	0.111	28.1	35.1	18.2	40.9	19.1	23.4	15.7
Janeiro	0.217	37.5	33.1	17.8	79.9	24.6	45.7	19.9
Fevereiro	0.232	38.7	36.2	18.3	85.5	25.2	48.8	20.4
Março	0.195	35.8	45.0	19.8	71.8	23.4	41.1	19.2
Abril	0.065	22.7	17.5	14.1	23.9	15.9	13.7	12.9
Maio	0.028	16.8	7.8	10.4	10.3	11.6	5.9	9.4
Junho	0.004	8.1	1.2	5.2	1.5	5.6	0.8	4.4
Julho	0.000	2.6	0.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Agosto	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Setembro	0.001	4.0	0.6	4.0	0.4	3.4	0.1	2.0
<b>Média</b>	<b>0.076</b>	<b>24.1</b>	<b>17.0</b>	<b>14.0</b>	<b>28.0</b>	<b>16.8</b>	<b>16.0</b>	<b>13.7</b>

Quadro 6.7.20 – Secção L2 da ribeira do Loureiro. Caudais mensais médios e de manutenção ecológica e respectivas alturas de água (regime uniforme)

Mês	Caudal mensal médio		Método INAG, DSP, 2002		Método do perímetro molhado (adaptado)			
	Caudal (m³/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)	Situação 1 (critério: maior caudal)		Situação 2 (critério: média dos caudais)	
					Caudal (l/s)	Altura (cm)	Caudal (l/s)	Altura (cm)
Outubro	0.018	8.0	17.7	8.0	6.6	5.7	3.8	4.9
Novembro	0.053	12.7	10.3	6.6	19.5	8.3	11.2	6.8
Dezembro	0.111	18.1	35.1	10.6	40.9	11.3	23.4	8.9
Janeiro	0.217	25.5	33.1	10.3	79.9	15.4	45.7	11.9
Fevereiro	0.232	26.4	36.2	10.7	85.5	15.9	48.8	12.2
Março	0.195	24.1	45.0	11.8	71.8	14.6	41.1	11.3
Abril	0.065	14.0	17.5	8.0	23.9	9.0	13.7	7.3
Maio	0.028	9.6	7.8	6.0	10.3	6.8	5.9	5.5
Junho	0.004	5.0	1.2	3.4	1.5	3.7	0.8	3.0
Julho	0.000	1.7	0.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Agosto	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Setembro	0.001	2.7	0.6	2.7	0.4	2.4	0.1	1.3
<b>Média</b>	<b>0.076</b>	<b>15.0</b>	<b>17.0</b>	<b>7.9</b>	<b>28.0</b>	<b>9.6</b>	<b>16.0</b>	<b>7.7</b>



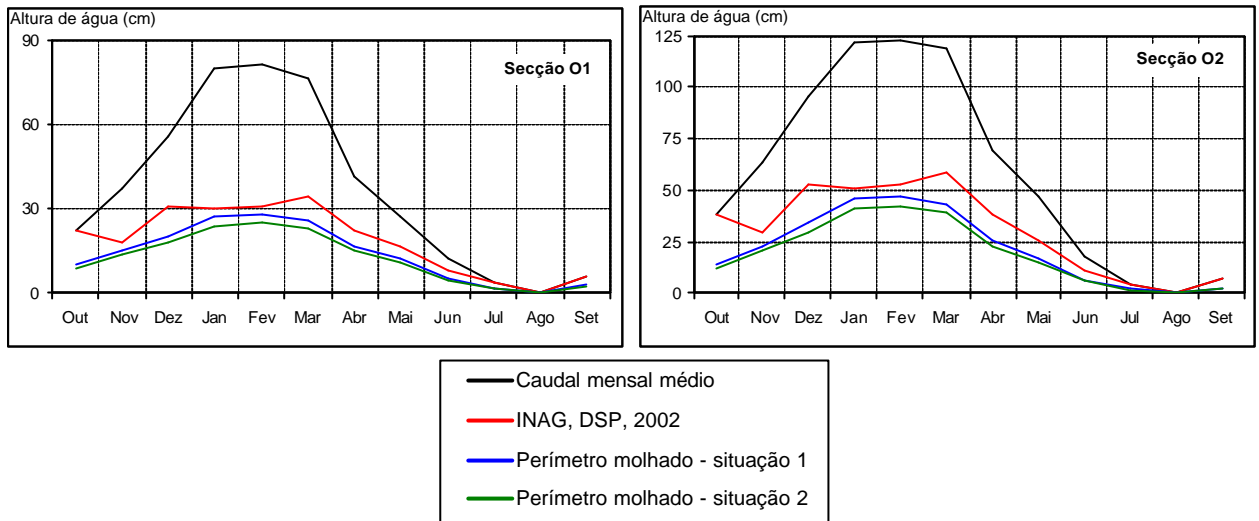


Figura 6.7.18 - Secções O1 e O2 da ribeira de Odivelas. Alturas de água (regime uniforme).

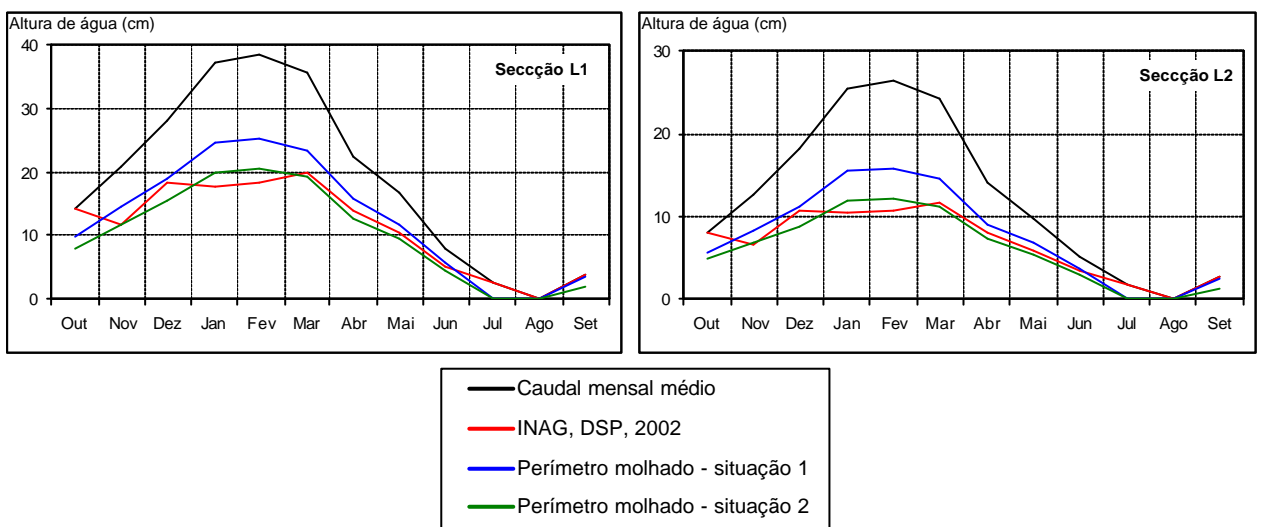


Figura 6.7.19 - Secções L1 e L2 da ribeira do Loureiro. Alturas de água (regime uniforme).

Antecedendo qualquer outra análise, julga-se necessário anotar que as pequeníssimas alturas de água encontradas, especialmente para os menores caudais, são afectadas de incerteza acrescida (para além das simplificações de cálculo) devida à fisiografia dos leitos dos dois cursos de água que compreenderá certamente irregularidades (associadas, por exemplo, a pedras, vegetação, raízes ou entulhos diversos) que não podem transparecer nos levantamentos topográficos das secções de cálculo e que se admite apresentarem ordens de grandeza das próprias estimativas das alturas de água.

Não obstante o anterior aspecto, verifica-se que, para as secções transversais relativas à ribeira do Loureiro, a Figura 6.7.19 evidencia alguma concordância entre o método proposto por INAG, DSP, 2002, e



o do perímetro molhado para a situação 2, concordância já detectada quando da análise relativa dos caudais de manutenção ecológica fornecidos pelos diferentes métodos (ponto 6.7.3.3).

Relativamente à barragem de Alvito, enquanto que, na comparação de caudais fornecidos pelo método proposto por INAG, DSP, 2002, com os caudais decorrentes da consideração do perímetro molhado, se detectaram variações do simples para mais do dobro, as diferenças entre alturas decorrentes dos diferentes métodos são, em termos relativos, muito mais atenuadas.

De algum modo e em termos gerais, há a sugestão de que a fisiografia dos leitos conduziu a uma aproximação das condições de escoamento. Por forma a apreciar tal sugestão, procedeu-se a uma caracterização adicional do regime ecológico, mediante o cálculo das velocidades médias do escoamento correspondentes aos caudais e às alturas de água anteriormente determinadas. Tal caracterização é apresentada nas Figuras 6.7.20 e 6.7.21, nas quais, contudo, se afigurou já sem sentido incluir as velocidades associadas o escoamento dos caudais mensais médios.

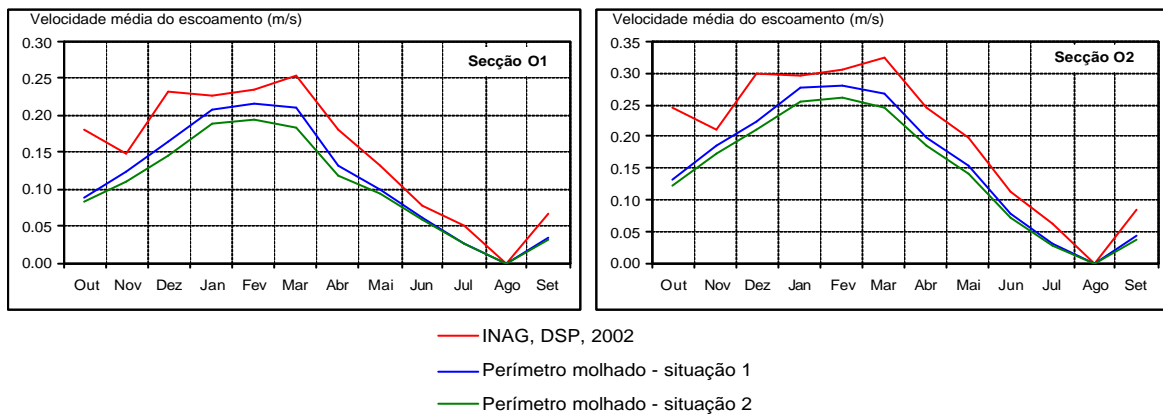


Figura 6.7.20 - Secções O1 e O2 da rib<sup>a</sup> de Odivelas. Velocidades médias do escoamento (regime uniforme)

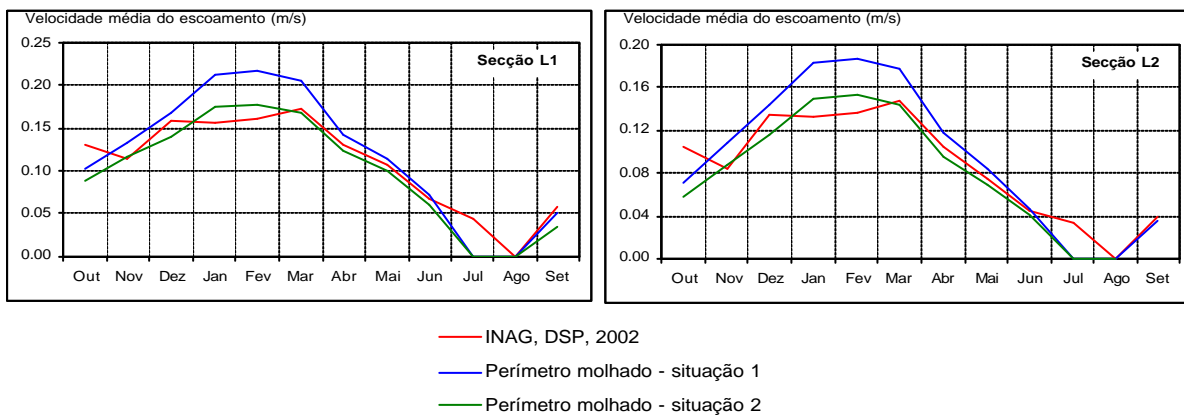


Figura 6.7.21 - Secções L1 e L2 da rib<sup>a</sup> do Loureiro. Velocidades médias do escoamento (regime uniforme)



As anteriores figuras mostram que as velocidades médias do escoamento são sempre muito pequenas, mesmos para os caudais mais elevados, e muito próximas: de facto, raramente ultrapassam 30 cm/s, na ribeira de Odivelas, e são sempre inferiores a 25 cm/s, na do Loureiro; com excepção do mês de Outubro para as secções referentes à barragem de Alvito, as diferenças entre velocidades médias do escoamento associadas aos diferentes métodos dificilmente excedem 5 cm/s.

Atendendo à proximidade das alturas de água, reforçada pela das velocidades do escoamento, julga-se válido concluir que as condições de escoamento associadas aos caudais ecológicos fornecidos pelos métodos do INAG, DSP, 2002, e baseado no perímetro molhado não diferem significativamente entre si.

A finalizar o presente ponto e de forma a permitir avaliar as alturas de escoamento e as correspondentes cotas para caudais diferentes dos analisados, estabeleceram-se as curvas de vazão em regime uniforme para as secções analisadas. Tais curvas são apresentadas nas Figuras 6.7.22 e 6.7.23.

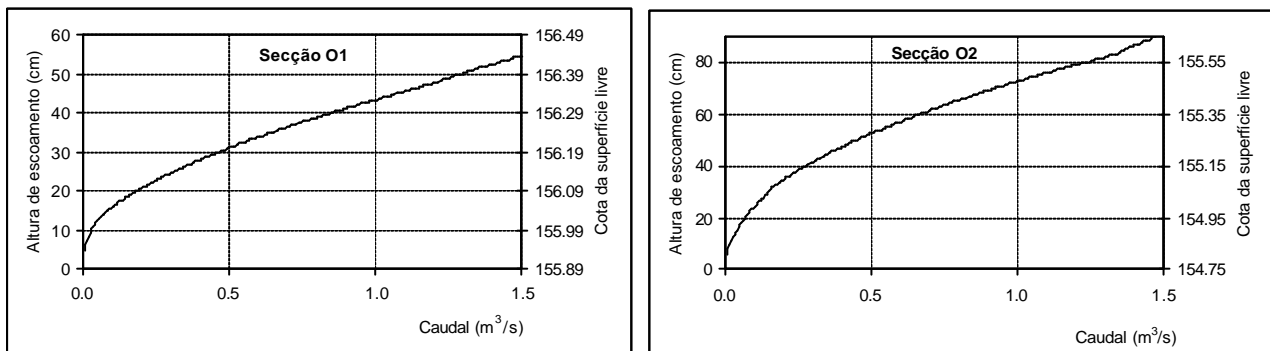


Figura 6.7.22 - Secções O1 e O2 da ribeira de Odivelas. Curvas de vazão (em regime uniforme)

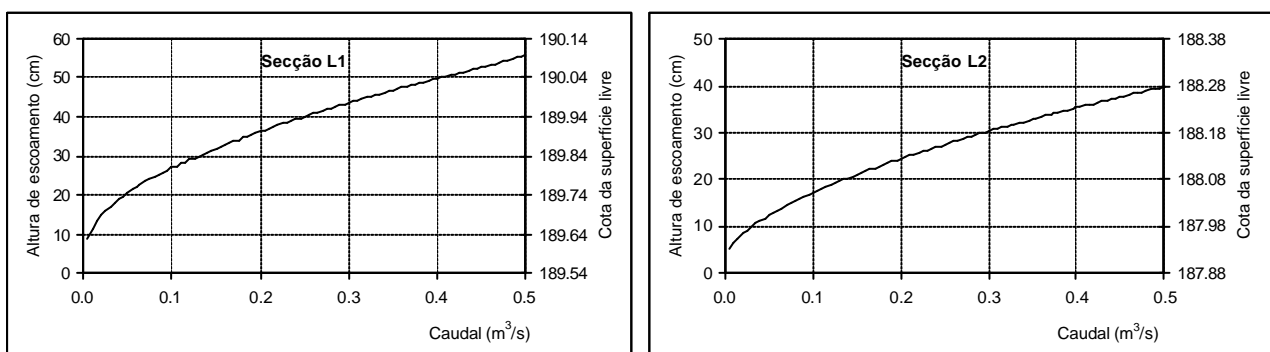


Figura 6.7.23 - Secções L1 e L2 da ribeira do Loureiro. Curvas de vazão (em regime uniforme)



### 6.7.3.5. Junção dos métodos e cruzamento pericial

Julga-se que o estudo efectuado fornece uma ampla caracterização do regime hidrológico nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro. Relativamente ao regime de caudais de manutenção ecológica a implementar em tais secções, foram também equacionadas diferentes hipóteses que se admite permitirem sustentar a opção por um dado regime.

Uma conclusão com alguma pertinência prende-se com a aparente inadequação do método do caudal base aos cursos de água analisados o que, por si só, sugere o interesse de pesquisar uma variante de tal método que permita alcançar um regime ecológico apropriado a situações de irregularidade hidrológica extrema, em associação com escassez de recursos hídricos, como as situações analisadas.

Relativamente aos demais métodos equacionados, afigura-se importante referir que, não obstante conduzirem por vezes a caudais mensais de manutenção ecológica nitidamente distintos, já as condições de escoamento associadas a tais caudais, designadamente as respectivas alturas de água e velocidades médias do escoamento, denotam regimes hidrológicos afins.

Em termos globais, julga-se que podem ser adoptadas duas perspectivas: uma, por assim dizer, maximalista, e outra, no sentido de algum consenso.

A perspectiva maximalista concretiza-se pela adopção do regime ecológico que conduz aos mais elevados caudais mensais de manutenção ecológica ou a caudais próximos dos mais elevados. Nesta perspectiva, admite-se que sejam de adoptar os caudais de manutenção ecológica fornecidos pelo método proposto em INAG, DSP, 2002, tanto para a ribeira de Odivelas, como para a do Loureiro. No caso desta última ribeira, tal opção deve ser privilegiada não obstante o método do perímetro molhado para a situação 1 ter conduzido a maiores caudais. De facto, julga-se pertinente realçar que os resultados deste último método estão em estreita dependência da geometria das secções a que se referem (apenas uma secção em cada curso de água), o que, de certo modo, desvirtua o seu conteúdo informativo e a sua consequente generalização a outras secções.

Ainda na perspectiva em discussão, importa destacar os consideráveis volumes que a mesma afecta a fins ecológicos: cerca de 22% das afluências anuais médias. Não sendo tomadas medidas no sentido da garantia de tais volumes (por exemplo, no caso da barragem do Loureiro, mediante o acréscimo do volume bombado), dificilmente os mesmos serão cumpridos pela sequência natural das afluências para cujas médias mensais contribuem muito significativamente os meses excepcionalmente húmidos.



Pode, assim, ser-se conduzido a uma situação cuja eficácia, do ponto de vista ecológico, requeira o reforço quase permanente das aflúncias naturais.

Admite-se que a perspectiva no sentido de algum consenso conduza à adopção de um regime de caudais de manutenção ecológica mais permanentemente assegurados pelas aflúncias naturais dos cursos de água. Nesta óptica poderiam ser adoptados os caudais que decorrem do método do perímetro molhado para a situação 2 que, além do mais, pondera as características geométricas dos leitos nos trechos analisados dos cursos de água.

Aponta também no sentido da adopção desta perspectiva o facto de se ter concluído que as condições de escoamento associadas aos caudais de manutenção ecológica indicados pelos diferentes métodos não são tão distintas quanto, à partida, as diferenças entre aqueles caudais poderiam sugerir.

A terminar, apresenta -se uma última caracterização do regime de aflúncias nas secções das barragens de Alvito e do Loureiro.

Para o efeito e tendo por base as séries de caudais médios mensais estabelecidas para aquelas secções (Quadro 6.7.7 e 6.7.8), identificaram-se mês a mês, os valores dos caudais que se admite puderem representar condições excepcionalmente secas e condições excepcionalmente húmidas. Para tanto, considerou-se que o caudal médio mensal relativo a um dado mês traduziria aquelas condições se, no período para o qual foram estabelecidas as séries, ocorressem caudais inferiores, respectivamente, em apenas 20% dos anos e em 80% dos anos.

Tendo em conta a dimensão de 33 anos daquele período (entre 1934/35 e 1966/67), consideraram-se estar nas condições anteriores os caudais médios mensais tais que, respectivamente, em 6 anos ( $\frac{6}{33} \times 100 \approx 18\%$ ) e em 26 anos  $\frac{26}{33} \times 100 \approx 79\%$  ocorreram caudais iguais ou inferiores.

Os caudais médios mensais assim obtidos foram representados nas Figura 6.7.24 e 6.7.25, em simultâneo com os caudais mensais médios característicos de cada curso de água e com os de manutenção ecológica que se prefiguram puderem constituir alternativas à definição do regime ecológico – métodos do caudal de base e do perímetro molhado para a situação 2.

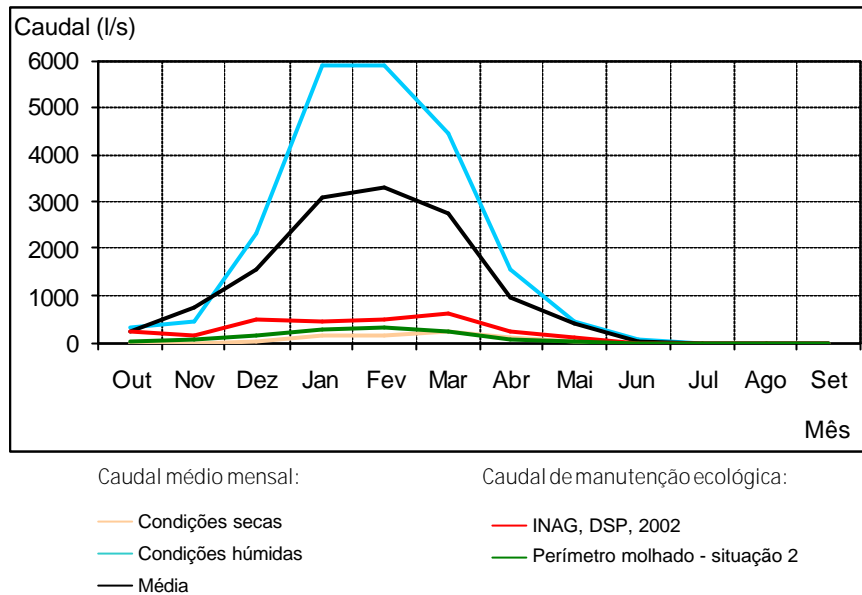


Figura 6.7.24 - Ribeira de Odivelas. Secção da barragem de Alvito. Caudais característicos do regime hidrológico e caudais de manutenção ecológica

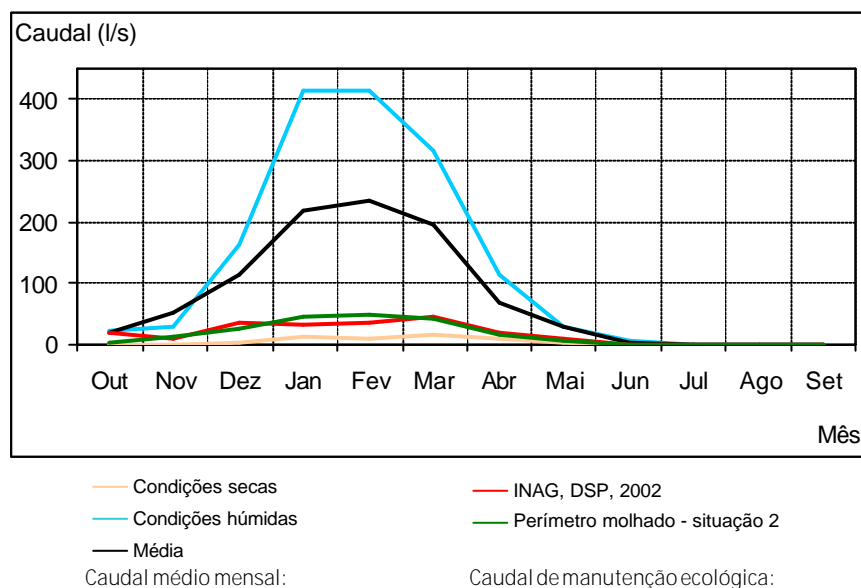


Figura 6.7.25 – Ribeira do Loureiro. Secção da barragem do Loureiro. Caudais característicos do regime hidrológico e caudais de manutenção ecológica

As anteriores figuras enquadram os caudais de manutenção ecológica obtidos e, especialmente, evidenciam a acentuada variabilidade do regime mensal traduzida pela ocorrência de meses excepcionalmente húmidos que, certamente, terão uma quota parte significativa nos caudais mensais médios característicos de cada curso de água.



Assim, e em conclusão, foram identificados dois regimes possíveis para os caudais de manutenção ecológica das ribeiras do Loureiro e Odivelas, apresentando caudais diferentes mas condições de escoamento próximas. Dos dois, devido à irregularidade hídrica dos cursos de água em questão, o regime de caudais mais elevados requer o reforço quase permanente e artificial das aflúências naturais.

Dado que as condições de escoamento são semelhantes para ambos os regimes identificados, recomenda-se o regime que mais permanentemente é assegurado pelas aflúências naturais, ou seja, o que resultou do método do perímetro molhado para a situação 2, apresentando amplitudes anuais de 0-49 l/s e 0-305 l/s, para o Loureiro e Alvito respectivamente, com uma base mensal. Neste sentido define-se, no que diz respeito aos caudais de manutenção ecológica, a seguinte medida de mitigação:

**Eco3.** Deverão ser aplicados e mantidos os regimes de caudais de manutenção ecológica definidos para as ribeiras do Loureiro e Odivelas, que correspondem aos resultantes da aplicação do regime do perímetro molhado para a alternativa 2, apresentando amplitudes anuais de 0-49 l/s e 0-305 l/s, para o Loureiro e Alvito, respectivamente. O Quadro 6.7.21 apresenta os caudais de manutenção ecológica mensais propostos para as ribeiras do Loureiro e de Odivelas.

Quadro 6.7.21 – Caudais de manutenção ecológica propostos para as ribeiras do Loureiro e Odivelas

Mês	Caudais de manutenção ecológica (método do perímetro molhado (l/s))	
	Ribeira do Loureiro (l/s)	Ribeira de Odivelas (l/s)
Outubro	3.8	23.3
Novembro	11.2	69.0
Dezembro	23.4	145.8
Janeiro	45.7	284.9
Fevereiro	48.8	305.3
Março	41.1	256.0
Abril	13.7	85.8
Maio	5.9	36.4
Junho	0.8	4.7
Julho	0.0	0.3
Agosto	0.0	0.0
Setembro	0.1	0.7
<b>Média</b>	<b>16.0</b>	<b>100.0</b>



## 6.8. Paisagem

A implementação do Troço de Ligação Loureiro-Alvito implicará um conjunto de impactes na paisagem, relacionados principalmente com a construção das infra-estruturas, mas também com a sua presença durante a fase de exploração.

Os impactes previstos associam-se a modificações na paisagem actual relacionados com a alteração das condições visuais, biofísicas e de uso do solo.

De forma a minimizar os impactes negativos identificados, é necessário que o projecto, nas suas diferentes fases, seja acompanhado de intervenções paisagísticas que visem a obtenção de um maior equilíbrio paisagístico, conduzindo a uma redução das perturbações esperadas sobre a paisagem.

Por outro lado, nos casos em que tal seja possível, devem ser aproveitadas as potencialidades das alterações efectuadas na paisagem.

Neste sentido, julga-se ser fundamental que o Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito seja acompanhado por um Plano de Enquadramento e Recuperação Paisagística, que deverá ser desenvolvido pelo empreiteiro de forma articulada com o Plano de Obra que se propõe na medida Ger1.

Este Plano constituirá a principal medida mitigadora a desenvolver para o descritor Paisagem, considerando-se no entanto que a sua implementação constituirá também uma medida minimizadora para outros descritores, nomeadamente o descritor Ecossistemas Terrestres.

Assim, indicam-se algumas medidas orientadoras para a elaboração do Plano de Enquadramento e Recuperação Paisagística, integrando-se sempre que possível as medidas de minimização e de potenciação de impactes propostas no Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001).

Para além desta medida propostas especificamente para a Paisagem, deverão ainda ser consideradas as medidas de carácter geral apresentadas no ponto 6.1, em particular no que respeita à localização dos estaleiros e ao desenvolvimento do plano de obra.

**Pai1.** A par do Plano de Obra, proposto no ponto 6.1, deverá ser elaborado um **Plano de Enquadramento e Recuperação Paisagística** das áreas que serão afectadas pelas obras. Na elaboração do Plano deverão ser propostas medidas de recuperação que utilizem técnicas de construção mais próximas possível do natural, nomeadamente técnicas de engenharia





biofísica (SEIA, 1995). Este Plano deverá ser elaborado previamente ao início das obras, deverá ser efectuado ao nível de projecto e a escalas que permitam a sua execução em obra e deverá prever as acções de enquadramento e recuperação paisagística a efectuar nas diferentes fases de projecto, incluindo construção, exploração e desactivação. Para a elaboração do Plano deverão ser levadas em conta as seguintes orientações:

- a. Para a **Fase de Construção** o Plano deverá prever o seguinte:
  - i. Deverá efectuar-se a contenção e integração paisagística dos estaleiros através da colocação de estruturas construídas ou de sebes vivas;
  - ii. Todas as áreas que sejam afectadas temporariamente pelas obras, e que fiquem com o solo nu, deverão ser convenientemente replantadas com vegetação autóctone pioneira, no mais curto espaço de tempo possível, de modo a minimizar os impactes sobre a erosão, ecologia e paisagem;
  - iii. Os taludes de remate das diversas infra-estruturas com os terrenos envolventes deverão ser revestidos com vegetação que permita a sua integração paisagística;
  - iv. Nas acções de revegetação, o Plano deverá prever a utilização de espécies autóctones características de cada um dos habitats afectados. Nomeadamente, recomenda-se a utilização das seguintes espécies:
    - Árvores de zonas húmidas e linhas de água: *Salix salvifolia* (borrazeira branca); *Fraxinus angustifolia* (freixo); *Populus nigra* (choupo negro);
    - Restantes espécies de zonas húmidas e margens de linhas de água: *Scirpus holoschoenus* (junco); *Typha latifolia* (tábua); *Tamarix africana* (tamargueira);
    - Árvores de montados e zonas secas: *Quercus rotundifolia* (azinheira); *Quercus suber* (sobreiro); *Olea europaea* (oliveira);
    - Arbustos dos montados e dos matos: *Quercus coccifera* (carrasco); *Olea europaea* var. *sylvestris* (zambujeiro); *Arbutus unedo* (medronheiro); *Pistacia lentiscus* (aroeira); *Lavandula* spp. (rosmaninhos); *Thymus* spp. (tomilhos); *Halimium* spp. (sargaços); *Helichrysum stoechas* (perpétuas); *Rhamnus alaternus* (sanguinho).
  - v. O Plano deverá prever e programar o aproveitamento dos maciços arbustivos e arbóreos pré-existentes para contenção visual e integração paisagística das obras e das infra-estruturas;
  - vi. Nas áreas de paisagem agrícola permanente ou de paisagem florestal onde tenham que ser afectadas zonas com coberto vegetal arbóreo e arbustivo deve



- ser equacionada a possibilidade de serem transplantados os exemplares arbóreos de maior porte, que poderão ser posteriormente utilizados para integração paisagística das infra-estruturas previstas;
- vii. O Plano deverá prever a limpeza e recuperação da área de obra após a fase de obra, com a remoção de entulhos e demais resíduos gerados durante as acções construtivas, de acordo com o Decreto Lei n.º 334/95 de 28 de Dezembro. Deverão ainda ser desmanteladas todas as estruturas de apoio, removidos todos os materiais sobrantes e reposta a situação original anterior à sua execução, de forma a potenciar uma situação ecológica e paisagística equilibrada;
- b. Para a **Fase de Exploração** o Plano deverá prever o seguinte:
- Deverá efectuar-se a integração paisagística das infra-estruturas construídas que permaneçam na fase de exploração e que sejam susceptíveis de provocar degradações visuais. Esta integração poderá ser conseguida através da execução de plantações para obstrução visual das estruturas dissonantes, nomeadamente da obra de entrada, de saída, dos poços de ataque, dos acessos, das estações elevatórias, das barragens, etc;
  - Deverá estar prevista uma manutenção regular das estruturas e infra-estruturas construídas, do ponto de vista paisagístico, para que estas não minimizem a qualidade da paisagem;
  - No caso do canal, deverão ser implantadas medidas de integração paisagística que amenizem a imagem rígida transmitida por esta estrutura, através da integração de elementos naturalizados que a contrariem.
- c. Para a **Fase de Desactivação** o Plano deverá prever o seguinte:
- O Plano deverá propor que para a fase de desactivação o desmantelamento das infra-estruturas seja acompanhado da recuperação ecológica e paisagística das áreas sobre as quais incidiam, assim como da sua envolvente;

## 6.9. Ordenamento do Território

No que respeita ao Ordenamento do Território, não foram identificados impactes negativos significativos, pelo que as acções de minimização passam sobretudo pela adopção das medidas gerais de boa gestão apresentadas no ponto 6.1. Para além dessas, apresentam-se ainda as seguintes específicas para o presente descritor:



- Ord1.** A população do concelho de Portel deverá ser devidamente informada do período de corte de estradas (EN384 e CM1119), dos objectivos da intervenção e do período de duração das obras em geral, através de esclarecimentos afixados nos locais habituais;
- Ord2.** Recomenda-se a elaboração de um Plano de Ordenamento de Albufeira (POA) para a albufeira do Loureiro, à semelhança do realizado para a albufeira do Alvito, que contemple a compatibilização dos usos do solo na faixa de protecção com a utilização da albufeira como depósito de regularização. Esta medida dependerá da classificação da albufeira e da elaboração do POA, que será da responsabilidade do Instituto da Água. No processo normal de desenvolvimento de um POA, recomenda-se a realização de acções de sensibilização e esclarecimento aos proprietários da área envolvente à albufeira do Loureiro sobre as eventuais condicionantes que o plano eventualmente venha a trazer ao uso do solo na faixa de protecção à albufeira.

## 6.10. Sócio-Economia

Os impactes sócio-económicos da implementação e exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito são, na sua maioria, de natureza positiva. Ainda assim, apresenta-se a seguida medida de potenciação dos aspectos positivos deste projecto ao nível local:

- Se1.** De forma a potenciar os aspectos positivos sobre a economia local do projecto em análise recomenda-se:
- Dever-se-á recorrer sempre que possível nas actividades construtivas à mão-de-obra local, ao nível do Concelho de Portel e dos concelhos limítrofes, contribuindo assim para a redução da taxa de desemprego local, ainda que temporariamente, e ainda permitindo evitar conflitos entre a comunidade local e os trabalhadores deslocados;
  - Os postos de trabalho directos eventualmente gerados pela necessidade de manutenção das infra-estruturas durante a fase de manutenção deverão ser preenchidos preferencialmente com mão de obra da região, ao nível do Concelho de Portel e dos concelhos limítrofes.



## 6.11. Património Histórico-Cultural

Neste capítulo são consideradas as soluções concretas de minimização dos impactes negativos sobre o Património Histórico-Cultural, bem como propostas soluções para a preservação harmoniosa de elementos patrimoniais cuja integridade possa ser salvaguardada.

Tendo em conta a importância e a significância dos vestígios arqueológicos detectados na zona sudoeste do projecto, junto à obra de saída para a albufeira do Alvito, a medida de mitigação ideal seria o desvio no projecto da parte final do troço de ligação, fazendo a descarga de água mais a norte do local projectado. Contudo, reconhece-se que o traçado actual corresponde já a um desvio de traçados anteriores, conforme proposta pelo descritor Património na Adenda ao Estudo Preliminar de Impacte da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito (NEMUS, 1999), de forma a afastar o mais possível o Troço Loureiro-Alvito do sítio de S. Faraústo. Assim, explicitam-se de seguida as medidas alternativas a tomar, referindo-se as medidas de mitigação preconizadas para as várias fases de projecto, incluindo ainda um período fundamental de intervenções de diagnóstico/salvamento arqueológico prévio à fase de construção.

Na **fase prévia** à fase de construção, as lacunas de conhecimento que se verificam após a conclusão deste estudo justificam a proposta de acções de diagnóstico complementares. Relembre-se que todos os trabalhos a realizar deverão estar devidamente autorizados pelo IPA e deverão culminar com a elaboração de um relatório científico de trabalhos e resultados e consequente publicação.

**Pat1.** A fase prévia à obra deve integrar um **Plano de Salvamento dos Vestígios Arqueológicos** reconhecidos e para os quais se prevê um impacte negativo muito significativo. Este plano consiste genericamente em:

- a. Realização de sondagens de diagnóstico do sítio romano de S. Faraústo, para determinação precisa dos limites deste, e no local onde se encontram os detritos de talhe de líticos, para determinação do potencial e importância deste. Os resultados deverão ser comunicados ao Instituto Português de Arqueologia e à EDIA, cabendo a estas entidades a determinação da necessidade de medidas adicionais de estudo e/ou salvaguarda, nomeadamente a escavação em área do sítio ou apenas o seu acompanhamento aquando da fase de construção e respectivos registos adequados;
- b. No caso do sítio romano de S. Faraústo, considera-se que será sempre necessária na fase prévia à obra um projecto de estudo e salvaguarda, uma vez que os vestígios de superfície são numerosos, diversos e demonstrados numa área grande, sendo possível atribuir desde já uma significância e importância consideráveis ao sítio arqueológico



mencionado. Este projecto de estudo e salvaguarda deverá ter em conta as principais acções:

- ii. Elaboração de sondagens de diagnóstico de limites geográficos e extensão do sítio definição e contextos estratigráficos;
- iii. Escavação de emergência em área do sítio arqueológico romano, e do local onde surge a mancha de materiais líticos, este último dependendo dos resultados das acções anteriores e do parecer do Instituto Português de Arqueologia e à EDIA.

Durante a **fase de construção**, as várias actividades construtivas trarão impactes sobre os vestígios patrimoniais, em particular devido a todas as acções intrusivas no solo. Assim, recomenda-se:

**Pat2.** Na fase de construção deverá ser implementado um **Programa de Acompanhamento Arqueológico**, estabelecido de acordo com as fases de execução e com as áreas de incidência do projecto. Este programa deverá assegurar o seguinte:

- c. Todos os revolvimentos de terras directamente relacionados com o projecto em causa, bem como todos os trabalhos de preparação do terreno, deverão ser alvo de acompanhamento arqueológico, de acordo com os procedimentos considerados indispensáveis pelo Instituto Português de Arqueologia ;
- d. A Ermida de S. Faraústo deverá ser devidamente visionada garantindo que a sua integridade estrutural não seja perturbada pela movimentação de trabalhadores e máquinas e as consequentes trepidações que estas causam. O mesmo se aplica ao poço e nora adjacente situada a norte da Ermida, ainda que os cuidados não se prevejam significativos por dois factores, nomeadamente, a maior distância a que se situa e a menor importância deste elemento, como já referimos;
- e. Os acompanhamentos arqueológicos deverão se efectuados por um Arqueólogo ou outro técnico de Arqueologia devidamente qualificado e com sensibilidade a vestígios arqueológicos de áreas tão distintas como a Pré -História, Romano, Medieval e Moderno. Com efeito são destas cronologias os materiais e eventualmente estruturas que se preverão encontrar.

No que respeita à **fase de exploração**, e uma vez que é improvável a conservação de vestígios ou estruturas no sítios arqueológico romano e no sítio pré-histórico de S. Faraústo após as intervenções e obras projectadas para a fase de construção, não se prevêem medidas para esta fase. Quanto à **fase de desactivação**, não se concebem medidas especiais para esta fase, uma vez que não são esperados impactes significativos



Em síntese, as medidas mais relevantes correspondem à realização de sondagens diagnóstico e registo apropriado dos arqueosítios de S. Faraústo e consequente escavação de emergência e salvaguarda dos respectivos sítios, se a potencialidade de cada um destes se confirmar na fase de trabalhos arqueológicos anteriores, numa fase prévia à obra. Na fase de construção destaca-se o acompanhamento arqueológico de todos os trabalhos que envolvam intrusões no subsolo e revolvimento de terras. Estes acompanhamentos deverão ser sempre realizados por um arqueólogo ou técnico qualificado de Arqueologia.

## 6.12. Síntese das Medidas de Mitigação

O Quadro 6.12.1 apresenta uma síntese das medidas de mitigação propostas no presente EIA, de forma a facilitar a sua consulta e obter uma visão global do conjunto de medidas mitigadoras a implementar.

Quadro 6.12.1 – Medidas de Mitigação do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito

Medida	Código	Descritor	Medida
1	Ger1	Geral	Plano de Obra
2	Ger2	Geral	Sistema de Gestão de Efluentes e Resíduos
3	Ger3	Geral	Formação Ambiental dos Trabalhadores
4	Geo1	Geologia, Geomorfologia e Geotecnia	Revestimento dos Taludes de Escavação
5	Rh1	Recursos Hídricos	Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais
6	Eco1	Ecosistemas Aquáticos	Sistema de Controlo da Passagem de Peixes
7	Eco2	Ecosistemas Aquáticos	Programa de Monitorização dos Ecosistemas Aquáticos
8	Eco3	Ecosistemas Aquáticos	Caudais de Manutenção Ecológica
9	Pai1	Paisagem	Plano de Enquadramento e Recuperação Paisagística
10	Ord1	Ordenamento do Território	Informação à População do Concelho de Portel
11	Ord2	Ordenamento do Território	Plano de Ordenamento da Albufeira do Loureiro
12	Se1	Sócio-Economia	Descriminação Positiva da População Local na contratação de mão-de-obra
13	Pat1	Património Histórico-Cultural	Plano de Salvamento de Vestígios Arqueológicos
14	Pat2	Património Histórico-Cultural	Programa de Acompanhamento Arqueológico



## 7. Programa de Monitorização

### 7.1. Introdução

Em resultado da avaliação dos impactes ambientais do projecto em análise foi identificada a necessidade de realizar acções de monitorização para alguns descritores, de forma a actualizar a informação de base, validar as previsões efectuadas e avaliar a eficácia das medidas propostas.

Propõe-se assim no âmbito do presente EIA um Plano de Monitorização Ambiental, onde são definidos os parâmetros ambientais a serem alvo de monitorização. O Plano de Monitorização abrange as fases de pré-construção, construção e exploração do projecto, sendo focados os seguintes descritores: **Recursos Hídricos Superficiais (Qualidade da água)** e **Ecosistemas Aquáticos**.

O conteúdo e estruturação do Plano de Monitorização foi desenvolvido de acordo com o estabelecido no n.º 3 do ponto VI do Anexo II da Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril, que fixa as normas técnicas para a estrutura dos Estudos de Impacte Ambiental.

### 7.2. Recursos Hídricos Superficiais

#### 7.2.1. Considerações gerais

Tendo em conta que o projecto em estudo compreende acções que podem provocar impactes negativos na qualidade da água, nomeadamente por efeito da transferência de água Guadiana-Sado, pretende-se monitorizar o estado de qualidade da água em trânsito entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito.

O objectivo geral será avaliar a influência do transvase na qualidade da água superficial armazenada na albufeira do Alvito, de modo a salvaguardar a qualidade necessária ao adequado desenvolvimento das funções dos sistemas aquáticos afectados

- Monitorização da qualidade da água nas albufeiras do Loureiro e de Alvito;
- Monitorização da eficácia das medidas mitigadoras propostas, designadamente do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito;
- Monitorização e avaliação das disponibilidades hídricas a jusante e seu impacte na bacia hidrográfica do Sado.



### 7.2.2. Parâmetros a monitorizar

Dado os objectivos enunciados atrás, recomenda-se a realização de campanhas de monitorização da qualidade da água que compreendam os parâmetros susceptíveis de apresentar valores mais críticos, tais como:

- CBO;
- Nitritos;
- Oxigénio Dissolvido;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Fecais;
- Fósforo;
- Azoto;
- e Fenóis.

Como se pretende avaliar ainda o risco de eutrofização, propõe-se a monitorização de:

- Níveis de nutrientes (Nitratos, Nitritos, Azoto amoniacal, Fosfatos e Fósforo Total);
- e Níveis de biomassa algal (clorofila a).

### 7.2.3. Locais e frequência de amostragem

A escolha dos locais de monitorização da qualidade da água deverá ter em consideração o local de implantação do projecto, a área de influência dos impactes e a acessibilidade aos locais de recolha.

O número de estações e a periodicidade de recolha de amostras devem ser flexíveis aos resultados que forem sendo obtidos no decorrer da aplicação do programa de monitorização. De qualquer forma, o programa de monitorização deverá sempre incluir locais de amostragem junto à tomada de água na albufeira do Loureiro e pelo menos um ponto na albufeira do Alvito.

Propõem-se assim as seguintes estações de amostragem (ver Figura II.22, Volume II):

- P1, junto à tomada de água na albufeira do Loureiro;
- P2, a jusante da albufeira do Loureiro, na ribeira do Loureiro;
- P3, junto à saída do túnel, na albufeira do Alvito.
- P4, no dispositivo de segregação de águas (albufeira de Ervidal);





- **P5**, junto à tomada de água da albufeira do Alvito, a dois níveis de profundidade distintos, de modo a poderem ser detectadas possíveis estratificações;
- **P6**, na ribeira de Odivelas a jusante da confluência da ribeira de Ervidal. Este ponto permitirá verificar o sucesso da segregação das águas na albufeira do Alvito.

A periodicidade de recolha deve ser flexível aos resultados iniciais obtidos no decorrer da fase de construção e início da exploração. O plano deverá ser iniciado ainda durante a fase de construção, de modo a monitorizar os efeitos das obras em geral e do desvio temporário das linhas de água. Durante a fase de construção propõe-se um único local de amostragem com uma campanha anual, na estação **P6**.

Deverá ser elaborado um relatório de progresso no fim do primeiro ano de construção e um relatório final após a conclusão das obras. Durante a fase de exploração do projecto deverão ser monitorizados todos os pontos propostos, com elaboração de relatórios anuais, devendo ser consideradas um mínimo de quatro recolhas anuais, abrangendo os diferentes trimestres, que deverão ser entregues à CCDR-Alentejo e à autoridade de AIA.

Os locais de amostragem poderão ser adaptados à actual rede nacional de monitorização de qualidade da água, de modo a evitar a repetição de amostragens. Assim, dado haver já um número significativo de estações de amostragem na bacia hidrográfica do Sado, será previsível que as albufeiras desta região possam ser monitorizadas utilizando as estações já existentes, apenas ajustando o período de amostragem à medida da necessidade revelada pelos resultados obtidos. Este programa de monitorização deverá ainda ser articulado com o programa de monitorização dos Ecossistemas Aquáticos, de forma a evitar o duplicar de esforços nos parâmetros comuns.

Propõe-se uma reavaliação do plano de monitorização após 5 anos do início da fase de exploração, face aos dados entretanto recolhidos, devendo ser apresentada proposta neste sentido à autoridade de AIA.

#### **7.2.4. Técnicas, métodos de análise e equipamentos necessários**

As técnicas, métodos e equipamentos de recolha e análise devem assegurar o cumprimento das normas técnicas definidas na legislação vigente nestes domínios e a validade dos resultados obtidos. Na ausência de especificações devem ser respeitadas as normas de boa prática e os métodos *standard* correntes.

Durante as campanhas devem ser registadas as condições de escoamento, meteorológicas, entre outras consideradas relevantes para um correcto enquadramento e interpretação dos resultados. Deve ser recolhida cerca de 1-2 litros de água. As amostras devem ser acondicionadas em vasilhame adequado (PVC



ou vidro), devidamente catalogadas com a designação da estação e profundidade de recolha, e transportadas no frio o mais rapidamente possível para laboratório.

De modo a enquadrar os resultados, o plano de monitorização deverá ser acompanhado pelos dados dos caudais transportados entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito e respectivos níveis de armazenamento. Devem ser utilizados modelos de previsão do comportamento do meio aquático a jusante face à influência da barragem na qualidade da água descarregada, tanto em condições de estiagem como de descarga de caudais de cheia. A análise das amostras deverá ser preferencialmente realizada por um laboratório de ensaios acreditado pelo Sistema Português de Qualidade.

### **7.2.5. Análise de resultados e medidas a adoptar na sequência da monitorização**

Os resultados obtidos devem ser analisados à luz da legislação em vigor, mais concretamente o Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto, tendo em consideração os usos existentes ou previstos dos recursos amostrados. Pode também ser efectuada uma comparação com normas internacionais ou casos de estudo semelhantes, bem como com dados históricos eventualmente existentes para a zona.

Deve ser efectuada uma análise estatística dos resultados obtidos e discutida a sua variação espacial, tentando estabelecer relações causa-efeito com as actividades desenvolvidas, de forma a tentar aferir o raio de influência do transvase. Poder-se-á assim avaliar globalmente a eficácia das medidas de protecção ambiental postas em prática e equacionar o seu reforço, caso as situações detectadas o justifiquem.

Com este programa de monitorização esperam-se obter como principais resultados:

- Detecção atempada de problemas de qualidade da água, nomeadamente os ligados a processos de salinização e eutrofização, em especial devido à proliferação excessiva de certas espécies de algas com efeitos potencialmente gravosos (cianobactérias), com vista à definição de medidas minimizadoras ou restrições no uso da água;
- Estudo dos efeitos do transvase da água da bacia hidrográfica do Guadiana para a bacia do Sado, ao nível da qualidade da água das albufeiras e cursos de água;
- (Re)avaliação quantitativa dos impactes nas disponibilidades hídricas a jusante do transvase, com vista à (re)definição de medidas minimizadoras, nomeadamente quanto aos caudais ecológicos.



Caso se registem impactes negativos significativos ao nível da qualidade da água devido à transferência de água entre as bacias do Guadiana e do Sado deve ser reavaliada a gestão das infra-estruturas do sistema de rega, com particular ênfase no controlo da gestão das albufeiras e descargas de poluentes tóxicas e difusas.

### **7.2.6. Periodicidade dos relatórios de monitorização e critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização**

Anualmente deverá ser elaborado um relatório onde constem os pontos de recolha efectuados, metodologia e condições de amostragem e discussão dos resultados obtidos. Deverá também ser feita uma avaliação global da situação verificada em termos de impacte ambiental e eficácia das medidas. Sugere-se que este relatório seja enviado à autoridade de AIA para conhecimento e eventual emissão de parecer.

Em função dos resultados obtidos deverá ser possível caracterizar o desempenho das medidas ambientais propostas. Nos casos em que a monitorização efectuada conclua pela necessidade de reforço das medidas deverá agir-se em conformidade para as acções similares a executar na fase de exploração.

Os locais e periodicidade de amostragem, bem como os parâmetros a analisar devem manter-se constantes de modo a permitirem a comparação de resultados, com a salvaguarda da inclusão de quaisquer novos elementos determinados pela evolução da situação.

A revisão do programa de monitorização poderá obedecer aos seguintes critérios, sem prejuízo de outros que se revelem pertinentes durante o decorrer da monitorização:

- Detecção de impactes negativos significativos sobre a qualidade da água directamente imputáveis à implementação do projecto, devendo agir-se no sentido de continuar o esforço de amostragem durante os transvases, eventualmente com alguns ajustes ditados pelo evoluir da situação;
- Os resultados obtidos comprovam a inexistência de impactes negativos ou, por outro lado, não são conclusivos, podendo neste caso reequacionar-se o número de amostras e tipo de parâmetros propostos.

De qualquer modo propõe-se uma revisão geral do plano de monitorização após 5 anos hidrológicos completos, podendo decidir-se sobre a sua alteração. Sugere-se que as iniciativas de revisão sejam expostas à autoridade de AIA para conhecimento e eventual obtenção de parecer favorável.



## 7.3. Ecossistemas Aquáticos

### 7.3.1. Enquadramento

Em relação aos Ecossistemas Aquáticos será necessário definir um programa de monitorização continuado, rigoroso e eficaz, dado o grau de incerteza inerente ao comportamento dos sistemas biológicos e ao grau de eficiência das medidas de mitigação propostas, em particular o sistema de controlo de passagem de peixes inter-bacias.

O programa que aqui se esquematiza tem como objectivo primacial verificar a eficácia das acções de mitigação, e permitir, nas situações que o justifiquem, a correcção das acções implementadas ou a implementação de acções adicionais, que garantam os necessários objectivos de mitigação do IBT.

Em termos ecológicos, os principais impactes associados ao IBT Guadiana-Sado, podem sintetizar-se nos três seguintes pontos:

1. Quebra de barreiras geográficas (importantes sobretudo para a ictiofauna e com impacte potencial na bacia do Sado);
2. Mistura de águas com qualidade e características diferentes nas albufeiras do sistema hidráulico, sobretudo tendo a água de origem previsivelmente pior qualidade; e
3. Impacte da construção da albufeira do Loureiro e do funcionamento da nova ligação hidráulica entre as albufeira do Alvito e de Odivelas.

Em função do desenvolvido nos capítulos anteriores, as comunidades biológicas aquáticas potencialmente mais afectadas, e/ou que serão utilizadas nas formas de mitigação propostas, e/ou que poderão funcionar como indicadores ecológicos da evolução dos ecossistemas, são a piscícola, a fitoplanctónica, a de macroinvertebrados e a de macrófitos.

Consequentemente, propõe-se que o maior esforço de monitorização se concentre nessas comunidades. Para além destas, identificam-se, quando justificado, os locais onde a avaliação de parâmetros – físicos, químicos e microbiológicos - de qualidade da água se justificará no contexto da mitigação.



### 7.3.2. Locais de monitorização

Tendo em atenção os principais impactes associados ao transvase em análise e os diferentes sistemas - naturais e artificiais – envolvidos, seleccionaram-se como locais de monitorização os seguintes (ver Figura II.23, Volume II):

- (E1) Ribeira do Loureiro a montante da albufeira do Loureiro;
- (E2) Albufeira do Loureiro;
- (E3) Ribeira do Loureiro, a jusante da barragem;
- (E4) Tomada de água na albufeira do Loureiro—até ao emboquilhamento de montante do túnel;
- (E5) Obra de saída do troço de ligação – a partir do emboquilhamento de jusante do túnel;
- (E6) Ribeira de Oriola a montante da albufeira do Alvito;
- (E7) Albufeira do Alvito;
- (E8) Ribeira de Odivelas, no troço entre a barragem do Alvito e a albufeira de Odivelas.

### 7.3.3. Acções de monitorização

#### 7.3.3.1. Ribeira do Loureiro (a montante e a jusante da barragem)

**Objectivo(s) específico da monitorização:** seguir a evolução da estrutura ecológica e funcional da ribeira e das respectivas comunidades, em particular os peixes. Avaliação da capacidade do regime de caudais ecológicos proposto para manter a integridade das comunidades biológicas a jusante da albufeira.

**Parâmetros a monitorizar:** **parâmetros de qualidade da água**, incluindo oxigénio, temperatura, condutividade, pH, nutrientes (formas inorgânicas e totais de fósforo e de azoto) e indicadores de carga orgânica; **macroinvertebrados** (composição específica, estrutura da comunidade, qualidade biológica, e.g. índice biótico BMWP', Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega, 1988); e **comunidade piscícola** (composição específica, estrutura de tamanho e etária, índices de condição). Será seguida a evolução dos parâmetros e valores determinados e, quando justificado, comparados com os valores existentes na caracterização da situação de referência, que se procurarão manter com o regime proposto de caudais de manutenção ecológica.



### 7.3.3.2. Albufeira do Loureiro

**Objectivo(s) específico da monitorização:** seguir a evolução da massa de água (vigilância do seu nível trófico) e das comunidades associadas, em particular o fitoplâncton e os peixes. Eventual seguimento da manipulação da comunidade piscícola a realizar na albufeira, se essa opção for tomada.

**Parâmetros a monitorizar:** **parâmetros de qualidade da água**, incluindo transparência, perfis em profundidade de oxigénio e de temperatura, concentrações de nutrientes ao longo da coluna de água (formas inorgânicas e totais de fósforo e de azoto), e ainda parâmetros microbiológicos, nomeadamente rasteio de microorganismos patogénicos; o **fitoplâncton** (concentração de clorofila *a* na zona trofógena, composição específica, densidade e estrutura da comunidade), com ênfase em amostragens compostas epilimnéticas; e a **comunidade piscícola** (composição específica, estrutura de tamanho e etária, índices de condição).

Deverá ser seguida a evolução dos parâmetros e indicadores referidos e comparados com os valores obtidos na caracterização da situação de referência e com os valores que se pretendem obter no âmbito das acções de mitigação.

### 7.3.3.3. Tomada de água na albufeira do Loureiro

**Objectivo(s) específico da monitorização:** avaliar a eficácia dos mecanismos dissuasores e das barreiras colocadas para impedir a passagem de peixes (ovos, larvas, jovens e adultos).

**Parâmetros a monitorizar:** presença de **peixes** (ovos, larvas, jovens e adultos), aproveitando-se como época mais favorável o período em que o circuito hidráulico não funcionar.

### 7.3.3.4. Obra de saída

**Objectivo(s) específico da monitorização:** avaliar a eficácia dos mecanismos dissuasores e das barreiras colocadas para impedir a passagem de peixes (ovos, larvas, jovens e adultos) e a evolução da eventual vegetação macrofítica que se venha a formar nos canais da obra de saída.

**Parâmetros a monitorizar:** presença de **peixes** (ovos, larvas, jovens e adultos), aproveitando-se como época mais favorável o período em que o circuito hidráulico não funcionará; será monitorizada a evolução



dos **macrófitos** (composição específica e biomassa por unidade de superfície) que se prevê venham a estabelecer-se com abundância no troço final do circuito hidráulico.

### 7.3.3.5. Ribeira de Oriola/Odivelas (a montante e a jusante de Alvito)

**Objectivo(s) específico da monitorização:** seguir a evolução da estrutura ecológica e funcional da ribeira e das respectivas comunidades, em particular os peixes. Avaliação da capacidade do regime proposto de caudais ecológicos garantir uma comunidade piscícola íntegra a jusante da barragem.

**Parâmetros a monitorizar:** **parâmetros de qualidade da água**, incluindo oxigénio, temperatura, condutividade e pH, nutrientes (formas inorgânicas e totais de fósforo e de azoto) e indicadores de carga orgânica; parâmetros microbiológicos, nomeadamente rasteio de microorganismos patogénicos; **macroinvertebrados** (composição específica, estrutura da comunidade, qualidade biológica, e.g. BMWP', Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega 1988); e **comunidade piscícola** (composição específica, estrutura em tamanho e etária, índices de condição).

Será seguida a evolução dos parâmetros e valores determinados e comparados com os valores da situação de referência, que se procurarão manter com o regime proposto de caudais de manutenção.

### 7.3.3.5. Albufeira do Alvito

**Objectivo(s) específico da monitorização:** avaliar a eficácia dos mecanismos dissuasores e das barreiras colocadas para impedir a passagem de peixes (ovos, larvas, jovens e adultos); seguir a evolução da massa de água (controle do seu nível trófico) e das comunidades associadas, em particular o fitoplâncton e os peixes. Seguimento da biomanipulação a realizar na albufeira, caso esta seja implementada.

**Parâmetros a monitorizar:** **parâmetros de qualidade da água**, incluindo transparência, perfis em profundidade de oxigénio e de temperatura, concentrações de nutrientes na coluna de água (formas inorgânicas e totais de fósforo e de azoto), e ainda parâmetros microbiológicos, nomeadamente rasteio de microorganismos patogénicos; o **fitoplâncton** (concentração de clorofila *a* na zona trofogenica, composição específica, densidade e estrutura da comunidade), com a realização de amostragens estratificadas a várias profundidades; os **macrófitos**, em particular nas proximidades do troço final do circuito hidráulico Loureiro-Alvito (composição específica e valores de biomassa por unidade de superfície); e a **comunidade piscícola** (composição específica, estrutura em tamanho e etária, índices de



condição). Será seguida a evolução dos parâmetros e valores determinados e comparados com os valores da situação de referência ou com os que se pretendem obter no âmbito das acções de mitigação.

#### **7.3.4. Periodicidade e horizonte temporal das acções de monitorização**

A periodicidade e o horizonte temporal propostos para as acções de monitorização de cada um dos elementos considerados no IBT Guadiana-Sado são apresentados no Quadro 7.3.1.

Neste quadro prevê-se a realização de um primeiro período de monitorização mais intenso que servirá para estabelecer as condições de referência, e que decorrerá nos primeiros dois a cinco anos (dependendo do parâmetro em causa) do programa de monitorização.

Após esta primeira fase os momentos de monitorização previstos são mais espaçados no tempo (ver Quadro 7.3.1).

De qualquer forma, a periodicidade da monitorização e elementos biológicos indicadores nunca deverá ser inferior à que vier a ser definida no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água em Portugal. A Figura II.23 (Volume II) representa as estações de amostragem definidas no presente programa de monitorização.





Quadro 7.3.1 - Periodicidade e horizonte temporal das acções de monitorização propostas para o IBT Sado-Guadiana.

Componente	Albufeira do Loureiro (E2)	Ribeira do Loureiro (E1 e E3)	Tomada de água (E4)	Obra de saída (E5)	Albufeira do Alvito (E7)	Ribeira de Oriola/Odivelas (E6 e E8)
Qualidade da água	Nutrientes: (duas amostragens anuais com e sem estratificação) até ao fim do projecto; perfis realizados mensalmente durante os cinco primeiros anos de projecto e posteriormente trimestralmente até ao fim de vida do projecto.	Uma amostragem anual até ao fim do projecto.	-	-	Nutrientes: (duas amostragens anuais com e sem estratificação) até ao fim do projecto; perfis realizados mensalmente durante os cinco primeiros anos de projecto e posteriormente trimestralmente até ao fim de vida do projecto	Uma amostragem anual até ao fim do projecto.
Fitoplâncton	Amostragens mensais nos primeiros dois anos da albufeira e amostragens sazonais até ao fim do projecto.	-	-	-	Amostragens mensais nos primeiros dois anos da albufeira e amostragens sazonais até ao fim do projecto.	-
Macrófitos	-	-	-	Amostragem anual (Primavera-Verão) até ao fim do projecto	Amostragem anual (Primavera-Verão) até ao fim do projecto.	-
Macro-invertebrados	-	Quatro amostragens anuais nos primeiros 5 anos de projecto; uma amostragem anual até ao fim	-	-	-	Quatro amostragens anuais nos primeiros 5 anos de projecto; uma amostragem anual até ao fim.
Peixes	Amostragens bianuais nos primeiro cinco anos e bienais (no Outono) até ao fim do projecto.	Quatro amostragens anuais nos primeiros 2 anos de projecto; amostragens trienais até ao fim.	Mensal (nos primeiros 5 anos) e anual até ao fim de vida do projecto	Mensal (nos primeiros 5 anos) e anual até ao fim de vida do projecto	Amostragens bianuais nos primeiro cinco anos e bienais (no Outono) até ao fim do projecto.	Quatro amostragens anuais nos primeiros 2 anos de projecto; amostragens trienais até ao fim.



## 8. Avaliação Global do Projecto

### 8.1. Introdução

Na sequência da identificação e avaliação dos impactes ambientais por áreas temáticas, da definição das medidas de mitigação e da definição dos programas de monitorização, realizadas respectivamente nos capítulos 5, 6 e 7, apresenta-se seguidamente uma avaliação global qualitativa dos impactes do projecto.

A avaliação é apresentada na forma de uma matriz de dupla entrada, relacionando as principais acções ou grupos de acções de projecto com os descritores ambientais susceptíveis de serem afectados. Deste modo, o principal interesse deste formato reside na possibilidade de apresentação simultânea da informação relativa a todas as variáveis envolvidas, permitindo uma fácil leitura e cruzamento de dados.

Embora a matriz permita uma visualização rápida da avaliação global do projecto, a sua análise e interpretação deverá levar em conta que a mesma corresponde intrinsecamente a uma visão simplificada e reducionista dos impactes identificados, não dispensando portanto a consulta das análises detalhadas apresentadas nos textos sectoriais.

A matriz apresentada no Quadro 8.2.1 compreende no eixo horizontal as acções de projecto relevantes na produção de impactes ambientais, divididas de acordo com a fase em que ocorrem (construção ou exploração), e no eixo vertical os diversos descritores ambientais. No essencial pretende-se representar o sentido valorativo, o significado e a permanência no tempo (temporários/permanentes) dos impactes ambientais identificados. Optou-se por não representar na matriz de impactes a fase de desactivação do projecto, dada a incerteza normalmente associada a esta fase na ausência de um cenário de desactivação definido, como é o caso do presente projecto.

*Salienta-se que os resultados expostos na matriz contemplam já as possibilidades de mitigação/potenciação identificadas, correspondendo assim, grosso modo, aos impactes residuais.* Isto é particularmente relevante no caso dos impactes associados ao transvase Guadiana-Sado, já que a avaliação destes impactes na matriz global contempla já a mitigação decorrente da implementação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, e nas restantes albufeiras do Subsistema de Alqueva na bacia do Sado, e dos mecanismos de controlo de passagem de peixes entre as duas bacias.

Deve ressaltar-se porém que o procedimento de avaliação dos impactes residuais envolve sempre alguma incerteza, uma vez que no caso de determinadas medidas, tanto de minimização como de potenciação, é muito difícil precisar a sua eficácia, que depende de múltiplos factores que podem revelar uma grande variabilidade. Mesmo a resposta dos factores ambientais onde se prevêem possíveis alterações não é um



processo linear, em especial no caso das comunidades biológicas, introduzindo assim um factor adicional de complexidade. Com base nestas limitações intrínsecas, as matrizes devem ser essencialmente encaradas a título indicativo, procurando apenas retractor o saldo líquido aproximado do projecto em termos de impactes residuais.

Assim, no ponto 8.2 realiza-se a avaliação global dos impactes associados ao Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, apresentando-se a matriz de impactes residuais no Quadro 8.2.1.

## 8.2. Avaliação Global

Na sequência da análise desenvolvida, as acções ou grupos de acções do projecto a incluir no eixo horizontal da matriz (Quadro 8.2.1) reportam-se às fases de construção e exploração. Optou-se por não considerar na matriz síntese a fase de desactivação dada a indefinição característica desta fase do projecto. Deste modo, foram consideradas as seguintes agregações:

### *Fase de Construção:*

- Construção dos troços de túnel em escavação subterrânea;
- Construção dos troços de túnel em "cut & cover"
- Construção da obra de saída, incluindo o troço em canal a céu aberto;
- Construção das infra-estruturas permanentes - tomada de água, acessos definitivos;
- Construção e funcionamento das estruturas de apoio à fase de construção - estaleiros, acessos temporários e poços de ataque;

### *Fase de Exploração:*

- Presença e manutenção das estruturas a céu aberto;
- Funcionamento do Troço de Ligação - transferência dos caudais entre Loureiro e Alvito;

No eixo vertical são considerados os diversos descritores de ambiente eventualmente afectados:

- Clima;
- Geologia, Geomorfologia e Geotecnia;
- Solos;
- Recursos Hídricos Superficiais;
- Qualidade do Ambiente;



- Ecosistemas Terrestres
- Ecosistemas Aquáticos;
- Paisagem;
- Ordenamento do território;
- Sócio-Economia;
- Património Histórico-Cultural

As interacções entre os dois eixos são representadas através das relações qualitativas, sendo utilizados os seguintes indicadores:

- **Sentido valorativo**
  - + - Impactes Positivos
  - - Impactes Negativos
- **Significância**
  - 0 – Nulo ou insignificante
  - 1 – Reduzida
  - 2 – Moderada
  - 3 – Elevada
- **Duração**
  - T – impacte temporário
  - P – impacte permanente (considerando-se permanente um impacte que ocorra no mínimo durante toda a vida do projecto)

Os critérios avaliativos acima expostos consideram-se suficientes para permitir uma compreensão genérica sobre a afectação da área de estudo por parte do projecto, tendo-se optado por não adicionar mais informação à matriz de modo a manter a sua leitura o mais simples possível. Novamente se remete uma análise mais compreensiva dos impactes identificados para o capítulo 5.

Recorreu-se a um esquema de cores de modo a permitir uma percepção mais imediata do quadro geral do grau de significado dos impactes, utilizando-se os verdes para os impactes positivos e os laranjas para os impactes negativos, aumentando a intensidade da cor com a significância dos impactes.

Assim, apresenta-se no Quadro 8.2.1 a matriz síntese de impactes residuais do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito.

Como se pode observar na matriz, a maioria dos impactes negativos identificados na fase de construção são de significância reduzida, ocorrendo apenas impactes significativos sobre a Geologia, Geomorfologia e



Geotecnia, devido à construção do túnel, e sobre o Património Histórico-Cultural, devido à afectação do sítio de S. Faraústo pelo troço terminal do projecto, de acordo com o descrito no capítulo de avaliação de impactes.

Em relação a estes impactes, as principais medidas propostas são a selecção adequada do local de deposição dos materiais excedentes, no que respeita à Geologia, em princípio na Pedreira das Furnas em Portel, e a escavação e estudo do arqueosítio de S. Faraústo em fase de pré-obra, para o Património.

Nos restantes descritores, como se observa na matriz, foram identificados impactes negativos decorrentes da fase de construção, mas pouco significativos e, na sua maioria, temporários. Esta tendência decorre do carácter linear do projecto em causa, e do facto da maior parte da extensão do Troço de Ligação Loureiro-Alvito se desenvolver subterraneamente.

Em relação aos impactes positivos na fase de construção, apenas foram identificados ao nível da Sócio-Economia, relacionando-se com a criação directa e indirecta de emprego e desenvolvimento das actividades económicas paralelas (restauração, alojamento, etc.).

Na fase de exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito foram consideradas apenas duas acções: a presença e manutenção das estruturas à superfície e o funcionamento do Troço de Ligação com a realização das transferências de água entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito.

Em relação à presença e funcionamento das infra-estruturas de projecto (tomada, troço de saída e respectivos acessos), apenas foram identificados impactes negativos sobre os Ecossistemas Terrestres e sobre a Paisagem, tratando-se contudo de impactes pouco significativos. No caso dos Ecossistemas Terrestres, estes impactes devem-se ao aumento da presença humana nestes locais, e à fragmentação dos habitats e aumento da mortalidade animal provocada pela presença dos acessos e do canal a céu aberto.

No caso da Paisagem, os impactes paisagísticos negativos provocados pela presença destas estruturas tenderão a diluir-se com o passar do tempo, à medida em que o edifício da tomada de água, a obra de saída e os acessos se forem integrando progressivamente na paisagem local.

Para todos os outros descritores não foram identificados impactes causados pela presença das infra-estruturas do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, o que se deve principalmente à reduzida expressão destas estruturas à superfície.



Quadro 8.2.1 - Matriz de síntese dos principais impactes ambientais do Troço de Ligação Loureiro-Alvito

DESCRITORES	ACÇÕES GERADORAS DE IMPACTES AMBIENTAIS							
	Fase de construção						Fase de exploração	
	Túnel em escavação subterrânea	Túnel em "cut & cover"	Obra de saída (canal a céu aberto)	Estruturas permanentes (tomada, acessos)	Estruturas temporárias (estaleiros, poços de ataque e acessos)	Funcionamento dos estaleiros, movimentação máquinas e trabalhadores	Presença das estruturas definitivas (tomada, obra de saída e acessos)	Funcionamento do Troço de Ligação; transferência Loureiro-Alvito (Guadiana-Sado)
Clima	0	0	0	0	0	0	0	+1 P (Indirecto)
Geologia, Geomorfologia e Geotecnia	-2P	-2P	-1P	-1P	-1T	-1T	0	0
Solos	0	-1T	-1P	-1P	-1T	-1T	0	0
Recursos Hídricos	0	-1T	-1T	0	-1T	-1T	0	0 a -2P
Qualidade do Ambiente	-1T	-1T	-1T	-1T	-1T	-1T	0	0
Ecosistemas Terrestres	0	-1T	-1P	-1P	-1T	-1T	-1P	0
Ecosistemas Aquáticos	0	-1T	-1P	0	0	-1T	0	0 a -2P
Paisagem	0	-1T	-1P	-1P	-½ T	-1T	-1P (evoluindo para 0)	0
Ordenamento do Território	0	0	-1T	-1P	-1T	0	0	+3 P (Indirecto)
Sócio-Economia	+1 T	+1 T	-1T	+1 T	+1 T	0	0	+3 P (Indirecto)
Património Histórico-Cultural	0	-1P	-3P	0	0	0	0	0

Legenda:

Sentido Valorativo		Significância		Código de Cores		Desfasamento no tempo	
+	Positivo	0	Nula ou desprezível	0		T	Temporário
		1	Reduzida	-1	+1		
		2	Moderada	-2	+2		
-	Negativo	3	Elevada	-3	+3	P	Permanente (durante o tempo de vida do projecto)





A exploração do Troço de Ligação Loureiro-Alvito, com a realização da transferência de água entre as duas albufeiras, é a acção que potencialmente acarreta impactes mais significativos neste projecto.

Por um lado foram identificados impactes positivos muito significativos, embora indirectos, sobre a Sócio-Economia e o Ordenamento do Território, já que a realização do transvase viabiliza o Subsistema de Rega de Alqueva, projecto que corresponde a uma das principais estratégias de ordenamento para o Baixo Alentejo e que terá um efeito transformador sobre a actividade económica desta região, como descrito pelo Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva (FBO, 2001).

Por outro lado, a ligação artificial entre as bacias hidrográficas do rio Guadiana e do rio Sado apresenta impactes negativos potencialmente significativos sobre dois descritores: Recursos Hídricos Superficiais e Ecossistemas Aquáticos. No que respeita aos Recursos Hídricos Superficiais, este impacte negativo prende-se sobretudo sobre a Qualidade da Água. Em relação aos Ecossistemas Aquáticos a transferência de água Guadiana-Sado implicará impactes negativos potencialmente significativos sobre várias componentes, incluindo o aumento das condições de eutrofia da bacia do Sado, a perturbação significativa da albufeira de Alvito e a possibilidade de transferência de espécies, ainda que significativamente reduzida pela implementação das medidas de mitigação propostas.

Assim, e conforme expresso na matriz, avaliam-se os impactes residuais do transvase Guadiana-Sado sobre os Recursos Hídricos Superficiais e sobre os Ecossistemas Aquáticos como negativos, mas variando a sua significância de nulos a significativos. Note-se que esta avaliação corresponde aos impactes residuais, isto é, aos impactes que permanecerão considerando a implementação com sucesso das medidas de mitigação. Considerou-se assim que a implementação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito minimiza substancialmente os impactes associados ao transvase Guadiana-Sado sobre os descritores em análise. Na ausência deste dispositivo e das medidas de minimização propostas os impactes negativos do transvase entre bacias sobre estes dois descritores seriam avaliados como muito significativos.

A incerteza expressa em relação à significância dos impactes reflecte a complexidade do tema abordado mas sobretudo o facto do grau de mitigação deste impacte depender não apenas do projecto em análise, mas, e sobretudo, da gestão global do Subsistema de Rega de Alqueva, incluindo a aplicação de medidas semelhantes em outras albufeiras e a gestão adequada de todo o circuito hidráulico.

De facto, a mitigação do transvase Guadiana-Sado dependerá da ocorrência simultânea de um conjunto de condições, que se iniciam no presente projecto mas que o extravasam. Para que a mitigação dos impactes sobre os descritores Recursos Hídricos Superficiais e Ecossistemas Aquáticos seja maximizada, e portanto



os impactes sejam avaliados como nulos ou desprezíveis (justificando a avaliação feita na matriz de impactes), será necessário que ocorram as seguintes condições:

- Implementação das medidas de controlo de passagem de peixes na ligação Loureiro-Alvito que se descrevem no presente EIA;
- Implementação do dispositivo de segregação de águas na albufeira do Alvito, garantindo a segregação das águas de rega provenientes do Alqueva e o fornecimento de caudais de manutenção ecológica para a ribeira de Odivelas;
- Implementação de estruturas semelhantes em todas as albufeiras do Subsistema de Alqueva localizadas na bacia do Sado;
- Manutenção destas estruturas ao longo da vida de projecto do Subsistema de Rega de Alqueva;
- Definição e implementação de regimes de caudais de manutenção ecológica para as restantes albufeiras do Subsistema de Alqueva, à semelhança do realizado no presente EIA para as barragens do Loureiro e Alvito;
- Adopção de um sistema de gestão global criterioso do circuito hidráulico do Subsistema de Rega de Alqueva, gerindo e conjugando o bombeamento da água de Alqueva na Estação Elevatória dos Álamos, a condução dos caudais ao longo do circuito hidráulico e o faseamento do enchimento das albufeiras do subsistema, à semelhança do que é descrito no ponto 3.4.5.2.

A implementação de todas estas condições exigirá um esforço considerável em termos financeiros e de gestão do sistema, mas também permitirá reduzir consideravelmente quer a magnitude quer a significância dos principais impactes do transvase Guadiana-Sado, aumentando a sustentabilidade ambiental do presente projecto e conseqüentemente a do Subsistema de Rega de Alqueva.





## 9. Lacunas de Conhecimento

No decorrer das análises temáticas do EIA do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito não foram em geral identificadas lacunas de conhecimento que comprometam os estudos sectoriais realizados nem as conclusões do presente estudo.

Considera-se assim que o nível de conhecimento actual, utilizado para a realização deste EIA, é suficiente para garantir a fiabilidade do processo de identificação e da avaliação de impactes do projecto em análise, e das conclusões gerais do presente EIA.



## 10. Conclusões e Recomendações

O Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito enquadra-se num projecto de âmbito mais alargado, o Subsistema de Rega do Alqueva, constituindo-se como um instrumento de apoio à decisão no âmbito da viabilidade ambiental deste projecto, e consequentemente da eficaz mitigação dos impactes ambientais significativos e respectiva monitorização ambiental

O Troço de Ligação Loureiro-Alvito, de responsabilidade da EDIA, é uma infra-estrutura essencial para o funcionamento do Subsistema de Rega de Alqueva. A sua função é realizar a transferência da água da albufeira do Loureiro (proveniente da albufeira de Alqueva), na bacia hidrográfica do Guadiana, até à albufeira do Alvito, na bacia hidrográfica do Sado, de onde será posteriormente distribuída e transportada aos perímetros de rega do Subsistema de Alqueva.

A alternativa seleccionada para o Troço de Ligação, descrita no Projecto de Execução (FBO & WS-ATKINS, 2002), resultou de um processo extenso de desenvolvimento e comparação de soluções e sua avaliação ambiental, quer no que respeita à configuração global do Subsistema de Rega de Alqueva, quer no que respeita à configuração do próprio Troço de Ligação. Em particular, a solução desenvolvida no Projecto de Execução decorre das conclusões do *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e do Troço de Ligação Loureiro-Alvito* (NEMUS, 1998) e de uma *Adenda* ao mesmo (NEMUS, 1999).

Os principais impactes negativos significativos identificados na fase de construção incidem sobre a Geologia, em consequência da construção do túnel e do excedente de materiais que essa acção gerará, e sobre o Património Histórico-Cultural, dada a afectação do arqueosítio de S. Faraústo pelo troço final do projecto. Não foram identificados impactes positivos significativos na fase de construção.

Para além destes, a fase de construção produzirá impactes negativos temporários e pouco significativos habituais em obras de construção civil, sobre vários descritores, sendo estes consideravelmente minorados pelo facto de grande parte da extensão do Troço de Ligação Loureiro-Alvito ser subterrânea.

Em relação à fase de exploração, os principais potenciais impactes negativos significativos registam-se ao nível dos Recursos Hídricos Superficiais e dos Ecossistemas Aquáticos, associados com os efeitos associados à transferência de água Guadiana-Sado, incluindo a perturbação do funcionamento do ecossistema léntico da albufeira do Alvito e o risco de transferência de espécies de ictiofauna da bacia do Guadiana para a bacia do Sado.

Estes impactes foram avaliados como negativos, variando a sua significância de nulos a significativos consoante a eficácia das medidas de mitigação preconizadas para o presente projecto e para o



Subsistema de Rega de Alqueva. Considera-se que caso todas as medidas de mitigação e de gestão sejam aplicadas e mantidas ao longo de tempo de vida do Subsistema de Alqueva, particularmente as relacionadas com os dispositivos de segregação das águas, com a gestão do circuito hidráulico e com os mecanismos de controlo da passagem de peixes, os impactes decorrentes do transvase Guadiana-Sado vêm a sua significância reduzida significativamente, chegando a ser desprezáveis no cenário de perfeito funcionamento do sistema de segregação de águas.

Na fase de exploração ocorrem ainda impactes positivos muito significativos, embora indirectos, sobre o Ordenamento do Território e a Sócio-Economia, em consequência da viabilização do Subsistema de Rega de Alqueva, projecto profundamente transformador da realidade sócio-económica do Baixo Alentejo. Para além da rega, o reforço das albufeiras do Subsistema de Rega do Alqueva constituirá ainda um impacte sócio-económico positivo para o Baixo Alentejo, no sentido do abastecimento de água para consumo humano e industrial.

Considerando os impactes ambientais identificados foi definido um conjunto de medidas com vista à sua mitigação total, ou quando tal não é possível, à sua minimização e compensação.

No que respeita à afectação do sítio de S. Faraústo são propostas sondagens de diagnóstico e a escavação de emergência do arqueosítio, caso se confirme a sua importância patrimonial. Não sendo possível evitar a destruição parcial deste sítio durante a fase de construção, assegura-se através desta medida a salvaguarda do conhecimento científico e de materiais.

Em relação aos impactes identificados sobre os Ecossistemas Aquáticos e Recursos Hídricos Superficiais, o presente EIA desenvolveu esforços consideráveis no estudo e desenvolvimento de medidas de mitigação dos impactes, sendo proposto um conjunto extenso de soluções adaptadas especificamente ao projecto em análise. Entre estas medidas, contam-se medidas de controlo da passagem de organismos, medidas de regressão trófica dos caudais em trânsito e a definição dos caudais de manutenção ecológica das albufeiras do Loureiro e do Alvito.

Para além destas medidas, a implementação do dispositivo de segregação de águas irá reduzir consideravelmente a significância dos impactes relacionados com o transvase Guadiana-Sado. A finalidade deste sistema é realizar o *bypass* do caudal ecológico das albufeiras do Subsistema de Alqueva que se localizam na bacia do Sado, de forma a assegurar que a água que atinge o reservatório proveniente da bacia do Guadiana saia apenas para um canal primário com destino à rega. Deste modo anulam-se as descargas de água originária do Guadiana nos meios hídricos naturais da bacia do Sado, atingindo-se a segregação efectiva das águas das duas bacias.



Quanto à eventual transferência de propágulos biológicos entre as bacias do Guadiana e do Sado, assumindo a implementação de todas as medidas propostas, considera-se que a probabilidade de passagem de peixes do Guadiana para o Sado, e de eventual miscigenação entre elas conduzindo a uma redução da diversidade na bacia do Sado, é muito baixa, correspondendo a um nível de risco aceitável.

Por forma a acompanhar a eficácia das medidas propostas, são ainda definidos programas de monitorização para os aspectos mais relevantes na fase de exploração: os recursos hídricos superficiais e os ecossistemas aquáticos.

Considerando a avaliação de impactes, e assumindo a adopção de todas as medidas de minimização propostas no Capítulo 6, o Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito apresenta poucos impactes residuais negativos significativos.

Em conclusão, o Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito apresenta potencialmente impactes negativos significativos sobre os descritores Património Arqueológico, Recursos Hídricos Superficiais e Ecossistemas Aquáticos. Os impactes identificados encontram-se bem caracterizados e conhecidos e são significativamente minimizáveis através da aplicação das medidas propostas no presente EIA.

Por outro lado, o Troço de Ligação Loureiro-Alvito apresenta impactes positivos significativos sobre a Sócio-Economia de grande parte do Baixo Alentejo, pela viabilização do Subsistema de Alqueva e consequente transformação do regime de agricultura de sequeiro para regadio em 51 400 ha. Este projecto representa também a execução de uma das principais estratégias de ordenamento e desenvolvimento sócio-económico deste território.

A tomada de decisão deverá assim levar em conta o balanço entre os principais impactes negativos e positivos, considerando que a alternativa zero (ausência de intervenção) corresponde à inviabilização do Subsistema de Rega de Alqueva na sua configuração actual

Por último, acrescente-se que não foram identificadas lacunas de conhecimento que questionem a validade dos trabalhos desenvolvidos, considerando-se assim que o conhecimento existente é suficiente para servir de base à discussão e à tomada de decisão por parte das autoridades de ambiente competentes para o efeito.



## Bibliografia

AGUIAR, F., MOREIRA, I. COSTA, J.C. & LOUSÃO, M. (em publicação). *Vegetação aquática e ribeirinha da bacia do Sado*. Em I MOREIRA M.G. SARAIVA & F.N. CORREIA (Eds), *Conservação, Valorização e Gestão Ambiental de Sistemas Fluviais*. Edições do Instituto da Água. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa.

ALCOFORADO, M. J., ALEGRIA, M. F., PEREIRA, A. R. & SIRGADO, C. 1982. *Domínios Bioclimáticos em Portugal*. Linha de Acção de Geografia Física, Relatório nº 14. Centro de Estudos Geográficos, INIC. Lisboa.

ALVES, J.M.C., ESPÍRITO-SANTO, M.D., COSTA, J.C., GONÇALVES, J.H.C. LOUSÃ, M.F. 1998. *Habitats Naturais e Seminaturais de Portugal Continental. Tipos de Habitats Mais Significativos e Agrupamentos Vegetais Característicos*. Instituto da Conservação da Natureza. Ministério do Ambiente. Lisboa.

ALVES, M. H. & BERNARDO, J. M. 2002. *Determinação de caudais ecológicos*. Em INAG, DSP, pp. 3.1 a 3.27.

ALVES, M. H. 2002. *Revisão de métodos para a determinação de caudal ecológico*. Em INAG, DSP, pp. 4.1 a 4.63

ANGELER, D.G., ALVAREZ-COBELAS, M., SANCHEZ-CARRILLO, S. & RODRIGO, M.A. 2002. *Assessment of exotic fish impacts on water quality and zooplankton in a degraded semi-arid floodplain wetland*. *Aquatic Sciences* 64: 76-86.

BERNARDO, J. ILHÉU, M. & COSTA, A. (em publicação). *Ictiofauna*. Em I MOREIRA M.G. SARAIVA & F.N. CORREIA (Eds), *Conservação, Valorização e Gestão Ambiental de Sistemas Fluviais*. Edições do Instituto da Água. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa.

BRAUN-BLANQUET, J., BRAUN-BLANQUET, G., ROZEIRA, A., & PINTO DA SILVA, A. R., 1972. *Résultats de trois excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen – IV Esquisse sur la végétation dunale*. *Agronomia lusitânica*, 33: 217-234.

CABRAL, J. 1995. *Neotectónica em Portugal Continental*. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, n.º 31, 265 págs.

CABRAL, J.; RIBEIRO, A. 1989. *Carta Neotectónica de Portugal e Notícia Explicativa*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

CÂMARA MUNICIPAL DE PORTEL. <http://www.alentejodigital.portel.pt/>



CARVALHOSA, A. 1967. *Carta Geológica de Portugal, folha 40-D - Portel, à escala 1:50 000 e Notícia Explicativa*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

CARVALHOSA, A.; ZBYSEWSKI, G. 1972. *Carta Geológica de Portugal, folha 40-C - Viana do Alentejo, à escala 1:50 000 e Notícia Explicativa*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; CIRUJANO, S.; LAINZ, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; NAVARRO, C.; PAIVA, J. & SORIANO, C., 1995. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol III (Plumbaginaceae-Capparaceae)*. Real Jardín Botánico, Madrid.

CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; GÓMEZ CAMPO, C.; LAINZ, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; NIETO FELINER, G.; RICO, E.; TALAVERA, S. & VILLAR, L., 1996. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol IV (Cruciferae-Monotropaceae)*. Real Jardín Botánico, Madrid.

CASTROVIEJO, S.; LAINZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L., 1986. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol I (Lycopodiaceae-Papaveraceae)*. Real Jardín Botánico, Madrid.

CASTROVIEJO, S.; LAINZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L., 1990. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol II (Plantanaceae-Plumbaginaceae)*. Real Jardín Botánico, Madrid.

CENTRO NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA. 1995. *Carta Corine Land Cover; Folha B12 (Lisbon)*, Escala 1:500.000, Comissão Europeia, Lisboa.

CENTRO NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA. 1995. Carta de Ocupação do Solo. <http://www.cniq.pt/>

CHAMBEL, A.; DUQUE, J.; NASCIMENTO, J. 2002. *Hidrogeologia das rochas cristalinas do Alentejo: nova cartografia proposta com base nos resultados do Projecto ERHSA*. In [www.uevora.pt/info/show\\_doc](http://www.uevora.pt/info/show_doc)

CHOW, V. T. 1985. *Open-channel hydraulics - 21st printing*. International Student Edition. Singapore.

COELHO, M.M, COLLARES -PEREIRA, M.J., MESQUITA, N. E CUNHA, C. 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Sado. Estudo da componente ictiofaunística*. COBA. Lisboa.

COLLARES-PEREIRA, M.J. 1983. *Estudo sistemático e citogenético dos pequenos ciprinídeos Ibéricos pertencentes aos géneros Chondrostoma Agassiz, 1835, Rutilus Rafinesque, 1820 e Anacypriis Collares-Pereira, 1983*. Dissertação de Doutoramento, FCUL, Lisboa. 511 p.



COLLARES-PEREIRA, M.J., PIRES, A.M., COELHO, M.M. E COWX, I.G., 1998. *Towards a conservation strategy for Anacypis hispanica, the most endangered non-migratory fish in portuguese streams.* In: Stocking and introduction of fish, COWX, I.G. (ed.), pp. 437-449. Fishing News Books, Blackwell Science. Oxford.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DA REGIÃO DO ALENTEJO. 1998. *Os Municípios do Alentejo.* <http://www.ccr-alt.pt/>

COMISSÃO NACIONAL DO AMBIENTE. 1975. *Intensidade Sísmica. Atlas do Ambiente.* Serviço Meteorológico Nacional. Lisboa.

COMISSÃO NACIONAL DO AMBIENTE. 1995. *Carta de Ocupação do Solo. Atlas do Ambiente.* Serviço Meteorológico Nacional. Lisboa.

CORBACHO, C. & SANCHEZ, J.M., 2001. *Patterns of species richness and introduced species in native freshwater fish faunas of a mediterranean-type basin: the Guadiana river (southwest Iberian Peninsula).* Regulated Rivers: Research and Management 17: 699-707.

CORREIA, A. I. D. 1994. *Fitoclimatologia Dinâmica. Um estudo no Norte de Portugal.* Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Biologia. Lisboa.

CORTES, R.M.V., FERREIRA, M.T. & GODINHO, F.N. (1998). *Benthic community organization in an intermittent lotic system.* Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1002-1007.

COSTA, J.C., CAPELO, J., LOUSÁ, M. ESPÍRITO-SANTO, M.D.. 1998. *Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana.* Guia da II Excursão da Alfa. Associação Lusitânica de Fitossociologia.

COUTANT, C.C. & WHITNEY, R.R., 2001. *Fish behaviour in relation to passage through hydropower turbines: a review.* Transactions of American Fisheries Society, 129:351-380.

COWX, I.G. E COLLARES-PEREIRA, 2000. *Conservation of endangered fish species in the face of water resource development schemes in the Guadiana river, Portugal: harmony of the incompatible.* Em: Management and ecology of river fisheries, Cowx, I.G. (ed.), pág 428-438. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford.

CRUZ, C. S., 1981. *Panorama do coberto vegetal de Portugal,* Cicloestilado.

DAVIES, B.R., THOMS, M. E MEADOR, M., 1992. *An assessment of the ecological impacts of inter-basin water transfers, and their threats to river basin integrity and conservation.* Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems 2: 325-349.



DIRECÇÃO-GERAL DO COMÉRCIO E DA CONCORRÊNCIA. <http://www.dgcc.pt/>

DRENA/EGF, 1986. *Estudo de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva*. Lisboa. Vários volumes.

EDIA. 2001. *Descrição do Subsistema de Alqueva*. 79 pp.

ERHSA, 2001. *Sector pouco produtivo das rochas ígneas e metamórficas da Zona de Ossa Morena*. Relatório Técnico.

ESPIRITO-SANTO, M.D. 1996. *Comunidades Nitrófilas e Outras Comunidades Peculiares de Portugal Continental*. 1º Curso Europeu de Fitossociologia. FIP. Lisboa.

ESPIRITO-SANTO, M.D.; COSTA, J.C.; LOUSÃ, M.F.. 1995. *Sinopsis da Vegetação de Portugal Continental*. Departamento de Botânica e Engenharia Biológica. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

ESPIRITO-SANTO, M.D.; COSTA, J.C.; LOUSÃ, M.F.; CAPELO, J.H. & AGUIAR, C. (1995). *Listagem dos habitats naturais contidos na Directiva 92/43/CEE presentes em Portugal*. Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Botânica e Engenharia Biológica.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 1 – Memória Descritiva e Justificativa*. EDIA.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 2 – Peças Desenhadas*. EDIA.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 5 – Acessos*. EDIA.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 6 – Instalações Eléctricas e Telegestão*. EDIA.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 7 – Plano de Segurança, Higiene e Saúde*. EDIA.

FBO & ATKINS. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Volume 8 – Estudo Geológico-Geotécnico*. EDIA.

FBO & WS Atkins. 2002. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro-Alvito*.

FBO, 2000. *Plano de ordenamento das albufeiras de Alqueva e Pedrógão*. Lisboa.





FBO, 2001. *Estudo preliminar de impacte ambiental do subsistema de rega de Alqueva*. Bloco do Baixo Alentejo. Volumes I e II.

FBO. 2001. *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo. Volume I – Caracterização da Situação de Referência*. EDIA.

FBO. 2001. *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo. Volume II – Avaliação de Impactes Ambientais*. EDIA.

FERREIRA M.T., A. FRANCO, L. CATARINO, I. MOREIRA & P. SOUSA, 1999. *Environmental factors related to the establishment of algal mats in concrete irrigation channels*. Hydrobiologia, 415: 163-168

FERREIRA, M. T., GODINHO, F.N. & CORTES, R.M.V., 1998. *Macrophytes in a southern iberian river*. Verh. Int. Verein. Limnol. 26: 1835-1841.

FERREIRA, M.T, 2000 b. *Gestão ecológica de albufeiras*. Em Curso de Operação e Segurança de Barragens. Edições do Instituto da Água. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa, pp. 110-124

FERREIRA, M.T. & GODINHO, F.N., 2002. *Comunidades biológicas de albufeiras*. Em I. Moreira, M.T. Ferreira, R. Cortes, P. Pinto & P.R. Almeida (eds.) *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa, pp. 10.1-10.25

FERREIRA, M.T. & MOREIRA, I., 2002. *Ecologia e gestão de ecossistemas dulçaquícolas*. Em I. Moreira, M.T. Ferreira, R. Cortes, P. Pinto & P.R. Almeida (eds.) *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa, pp. 1.1-1.13

FERREIRA, M.T., 2000 a. *Ecologia de Albufeiras*. Fundamentos teóricos para a sua gestão ecológica. Em Curso de Operação e Segurança de Barragens. Edições do Instituto da Água. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa, pp. 95-109

FERREIRA, M.T., 2002. *Estado trófico de albufeiras*. Em I. Moreira, M.T. Ferreira, R. Cortes, P. Pinto & P.R. Almeida (eds.) *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa, pp. 11.1-11.13

FERREIRA, M.T., GODINHO, F.N. & FERREIRA, A. P., (1999) *Mitigação dos efeitos ecológicos do circuito hidráulico Sabugal-Meimoa sobre os ecossistemas aquáticos, com particular incidência na ictiofauna fluvial*. Relatório Final. Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 56 p.



FERREIRA, M.T., DIAS M. J. & GODINHO, F. N., 1999. *A pesca de competição em Portugal: 1ª parte – bacias do Guadiana, Sado, Mira, Arade e ribeiras do Alentejo*. Estudo realizado pelo Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia para a Direcção Geral das Florestas. Lisboa, 32 p. e Anexos.

FILIFE, A.F., COWX, I.G. & COLLARES-PEREIRA, M.J., 2002. *Spatial modelling of freshwater fish in semi-arid river systems: a tool for conservation*. River Research and Applications 18: 123-136.

FRANCO, A., FERREIRA, M.T., CATARINO, L., PINHEIRO, P., MOREIRA I. & LEÃO SOUSA, P., 2002. *Control of aquatic weeds on Iberian irrigation channels*. Proceedings 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds. 2-8 Setembro, Moliets et Maa, França, pp. 351-354

FRANCO, A., FERREIRA, M.T., CATARINO L. I., MOREIRA & LEÃO, P., 2002. *Structure and functioning of aquatic plant assemblages on Iberian irrigation channels*. Proceedings 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds. 2-8 Setembro, Moliets et Maa, França, pp. 135-138

FRANCO, J.A. 1971. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Sociedade Astória, Ltd. Lisboa. vol. I.

FRANCO, J.A. 1984. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Sociedade Astória, Ltd. Lisboa. vol. II.

FRANCO, J.A. AFONSO, M.L.R. 1998. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Escolar Editora. Lisboa. vol. III (II).

FRANCO, J.A.; AFONSO, M.L.R. 1994. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Escolar Editora. Lisboa. vol. III.

GODINHO, F.N. & FERREIRA, M.T., 1998. *The relative influences of exotic species and environmental factors on an Iberian native fish community*. Environmental Biology of Fishes 51: 41-51.

GODINHO, F.N., 2003. *Ecologia do achigã (Micropterus salmoides) e da perca sol (Lepomis gibbosus) no baixo Guadiana: a mediação ambiental das interações bióticas*. Dissertação de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

GODINHO, F.N., FERREIRA, M.T. & CORTES, R.M.V., 1997. *Composition and spatial organization of fish assemblages in the lower Guadiana basin, southern Iberia*. Ecology of Freshwater Fish, 6: 134-143.

GODINHO, F.N., FERREIRA, M.T. & PORTUGAL-CASTRO M.I., 1998. *Fish assemblage composition in relation to environmental gradients in Portuguese reservoirs*. Aquatic Living Resources 11: 325-334.



GODINHO, F.N., FERREIRA, M.T. & SANTOS, J.M., 2000. *Variation in fish community composition along an Iberian river basin from low to high discharge: relative contributions of environmental and temporal variables*. Ecology of Freshwater Fish 9: 20-29.

GODINHO, F.N., FERREIRA, M.T. & CORTES, R.M.V., 1997. *The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish, Lepomis gibbosus, and largemouth bass, Micropterus salmoides, along an Iberian river basin*. Environmental Biology of Fishes 50: 105-115.

GOLUBEV, G.N. & BIWAS, A.K., 1979. *Interregional water transfers, problems and prospects*. Pergamon Press. Oxford e New York.

GRANADO-LORENCIO, C., 1996. *Ecologia de Peces*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Serie Ciencia 45.

GRANADO-LORENCIO, C. & GARCIA-NOVO, F., 1985. *Fish community in a new reservoir in southern Spain*. Em: Proceedings of the Symposium on Small Hydropower and Fisheries, Olson, F.W., White, R.G. e Hamre, R.H. (eds.), pág 485-488. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland.

GRANADO-LORENCIO, C. & GARCIA-NOVO, F., 1981. *Cambios ictiológicos durante las primeras etapas de la sucesión en el embalse de Arrocampo*. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 4: 224-242.

HIDROPROJECTO, COBA, HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, WS ATKINS, CONSUGAL – MOTT MACDONALD & GIBB PORTUGAL. 1998. *Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana*. Anexo Temático 1, Parte 1. Geomorfologia. Parte 2. Análise Geológica e Hidrogeologia.

HIDROPROJECTO, COBA, HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, WS ATKINS, CONSUGAL – MOTT MACDONALD & GIBB PORTUGAL. 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana. 1ª fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume III – Análise; III.2 – Análise Sistémica, Parte 3 – Subsistema Ambiental*.

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA. 1994. *Análise de Custos-Benefícios do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*. EDIA.

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA. 1996. *Estudo Prévio do Sistema Global de Rega de Alqueva*. EDIA.

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA & SEIA. 1992. *Avaliação Global do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*. EDIA.



IMG, 1991. "O Clima de Portugal – Normais Climatológicas da Região da Região de Alentejo e Algarve, correspondentes a 1951-1980, (Fascículo XLIX). Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG), Lisboa.

INAG, DSP, 2002. *Caudais ecológicos em Portugal*. Ministério das Cidades, Instituto da Água, Direcção de Serviços de Planeamento, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa.

INE. 1993. *Censos 91 – Alentejo*. Instituto Nacional de Estatística. Portugal.

INE. 2001. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo 2000*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa.

INE. 2002. *Resultados provisórios e definitivos dos Censos 2001*.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. <http://www.ine.pt>

INSTITUTO PORTUGUÊS DE ARQUEOLOGIA: [www.ipa.min-cultura.pt](http://www.ipa.min-cultura.pt)

Instituto Português do Património Arquitectónico: [www.monumentos.pt](http://www.monumentos.pt)

JUNGWIRTH, M., SCHMUTZ, S & WEISS, S. 1998. *Fish migration and fish passes*. Fishing News Books. Blackwell Science. Oxford.

KARR, J.R. 1981. *Assessment of biotic integrity using fish communities*. Fisheries 6: 21-27.

KENT, M. & COKER, P. 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.

LEAL, G. F. 2004a. *Dispositivo de Segregação de Águas na Bacia do Sado*. 46 pp. EDIA.

LEAL, G. F. 2004b. *Proposta de Reabilitação Ambiental da Ribeira de Odivelas (Troço B. Alvito – B. Odivelas)*. 12 pp. EDIA.

LIMA, P.: *"Património de Portel. Recenseamento Preliminar (áreas rurais)"*. Portel: C. M. Portel; 1992.

LOUSÁ, M.F., ESPÍRITO-SANTO, M.D., ROSA, M.L. & LUZ, J.P. (1989). *Estevais do Centro e Sul de Portugal. Alguns Tipos*. Studia Botanica 8: 67-77pp.

LUCAS, M.C. E BARAS, E., 2001. *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science, Oxford.

MALATO-BELIZ, J., 1990. *Serra de Portel – Flora e Vegetação*. Colecção Natureza e Paisagem. SNPRCN. Lisboa. nº 8.



MARTINEZ, P.J., CHART, T.E., TRAMMELL, M.A., WULLSCHLEGER, J.G., & BERGERSEN, E.P., 1994. *Fish species composition before and after construction of a main stem reservoir on the white river, Colorado*. Environmental Biology of Fishes 40: 227-239.

MAS-HERNANDEZ, J., 1986. *La ictiofauna continental de la cuenca del rio Segura, evolucion historica y estado actual*. Anls. Biol. Pub. Univ. Murcia. 8: 3-17.

MATTHEWS, W.J., SCHORRS, M.S. & MEADOR, M.R., 1996. *Effects of experimentally enhanced flows on fishes of a small Texas (U.S.A.) stream: assessing the impact of interbasin transfer*. Freshwater Biology 35: 349-362.

MEADOR, M., 1992. *Inter-basin water transfers, ecological concerns*. Fisheries (Bethesda) 17: 17-22.

MENDES, J.C. & BETTENCOURT, M.L., 1980. *O Clima de Portugal – Contribuição para o estudo do balanço climatológico de água no solo e classificação climática de Portugal Continental*. INMG. Lisboa.

MONTEIRO, M.T., 1996. *Estudo da comunidade zooplancónica da albufeira de Monte Novo*. Estado trófico e resposta aos blooms de cianofíceas. Boletim do Instituto Português de Investigação das Pescas, 2: 71-84

MORAIS, M., 1995. *Organização espacial e temporal de um rio temporário mediterrâneo (rio Degebe, bacia hidrográfica do Guadiana)*. Dissertação de doutoramento. Universidade de Évora.

MOREIRA, I. & DUARTE, M.C. 2002. *Ecosistemas aquáticos e ribeirinhos – Ecologia, gestão e conservação*. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa.

MOREIRA, I., DUARTE, M.C., RAFAEL, T., BRITO, A & PINTO, S., 2002. *Áreas e habitats com valor para a conservação*. Em I. Moreira, M.T. Ferreira, R. Cortes, P. Pinto & P.R. Almeida (eds.) Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa, pp. 10.1-10.25

MOREIRA, I., FERREIRA, M.T., CORTES, R., PINTO, P. & ALMEIDA P.R. (EDS.), 2002. *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa.

NEMUS. 1998. *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de ligação Loureiro-Alvito. Relatório Base*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.

NEMUS. 1999. *Adenda ao Estudo Preliminar de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro e Troço de Ligação Loureiro-Alvito. Avaliação Ambiental de Traçados Alternativos para a Ligação Loureiro-Alvito. Nota Técnica nº1*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.



- NEMUS. 2000. *Estudo de impacte ambiental da barragem do Loureiro*. Lisboa. Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.
- NEMUS. 2001. *Plano de Protecção, Recuperação e Valorização do Coberto Vegetal na Envoltente das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão. Relatório Intercalar. Vol. I*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.
- NEMUS. 2003. *Estudo de Impacte Ambiental da Barragem do Loureiro*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.
- OLIVEIRA, M.R., 1996. *Composição do fitoplâncton e dinâmica de Cyanophyceae tóxicas numa albufeira de abastecimento público*. Boletim do Instituto Nacional de Investigação das Pescas 2: 55-70
- PALAU, A. & J. ALCAZAR, 1996. *The basic flow: an alternative approach to calculate minimum environmental instream flows*. Proceedings of Ecohydraulics 2000. 2 nd International Symposium on Habitat Hydraulics. Québec. Canada, pp. 547-558.
- PALAU, A., RODRIGUES & L. BERGA, 1995. *Los caudales ecologicos en rios mediterraneos. La experiencia Española*. In Berga, L. (Ed.). Jornada sobre el Agua en Cataluña, ETSECCP-UPC, Barcelona, 12 pp (\*).
- PBH, 1999. *Plano da Bacia Hidrográfica do Guadiana*. Instituto da Água. Lisboa.
- PEDRO, J. G. 1998. *Vegetação e Flora da Arrábida*. Colecção Natureza e Paisagem. SNPRCN. Lisboa. nº 10.
- PETTS, G., 1988. *Impounded rivers*. Wiley Interscience. London.
- PINHEIRO, P., FERREIRA, M.T., FRANCO, A. & MOREIRA, I., 2002. *Radiotracking movements of grass carp in irrigation channels*. Proceedings 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds. 2-8 Setembro, Mollets et Maa, França, pp. 385-389
- PINTO, P. (em publicação). *Macroinvertebrados bentónicos*. Em I. Moreira, M.T. Ferreira, R. Cortes, P. Pinto & P.R. Almeida (eds.) *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa, pp. 10.1-10.25
- PIRES A.M., COWX I.G. & COELHO M.M., 2000. *Life history strategy of Leuciscus pyrenaicus (Cyprinidae) in intermittent streams of the Guadiana basin (Portugal)*. Cybium 24: 287-297.



PIRES A.M., COWX I.G. & COELHO M.M., 2001. *Diet and growth of two sympatric Iberian barbel, Barbus steindachneri and Barbus microcephalus, in the middle reaches of the Guadiana Basin (Portugal)*. Folia Zoologica 50: 291-304.

PIRES, A. M, COWX, I.G. & COELHO, M.M., 2000. Benthic macroinvertebrate communities of intermittent streams in the middle reaches of the Guadioana basin (Portugal). Hydrobiologia 435: 167-175.

PIRES, A.M., COWX, I.G. & COELHO, M.M., 1999. Seasonal changes in fish community structure of intermittent streams in the middle reaches of the Guadiana basin, Portugal. Journal of Fish Biology 54: 235-249.

PNA, 2002. *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos*. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa.

POPPER, A.N. & CARLSON, T.J., 1998. *Application of sound and other stimuli to control fish behaviour*. Transactions America Fisheries Society, 127:673-707.

PORTELA, M. M.; QUINTELA, A. C., 2000. *A altura do escoamento anual médio numa bacia hidrográfica como parâmetro de regionalização de informação hidrométrica*. 1º Congresso sobre Aproveitamentos e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português. Rio de Janeiro, Brasil.

PORTELA, M. M.; QUINTELA, A. C., 2002a. *Assessment of the streamflow characteristics under unavailability of discharge data: the mean annual flow depth over the watershed as a regionalization parameter*. The Portuguese case. European Geophysical Society, 2002 EGS Conference, Nice, França.

PORTELA, M. M.; QUINTELA, A. C., 2002b. *Evaluation of the water resources in Portuguese watersheds without streamflow data International Conference of Basin Organizations (Conferencia Internacional de Organismos de Cuenca)*. Madrid, Espanha.

PROJECTOPLANO. 1995. *Plano Director Municipal do Concelho de Portel*. SEIA. 1995. *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva. Volume IB. Relatório Técnico*. Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A.

QUINTELA, A. C., 1967. *Recursos de águas superficiais em Portugal Continental*. Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior Técnico.

QUINTELA, A. C., 1981. *Hidráulica*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

RIVAS-MARTÍNEZ, *et al.*, (1990). Tipologia biogeográfica de Portugal Continental.



RIVAS-MARTINEZ, S., COSTA, M., CASTROVIEJO, S. VALDÉS, S. 1980. *Vegetation de Doñana (Huelva, España)*. Lazaroa. 2: 5-190.

RIVAS-MARTINEZ, S., LOUSÁ, M., DIAZ, T., FERNANDEZ-GONZALEZ, F. & COSTA, J.C. 1990. *Vegetation del Sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve)*. Itinera geobotanica 3: 5-126.

RODRIGUEZ-RUIZ, A., 1998. *Fish species composition before and after construction of a reservoir on the Guadalete river (SW Spain)*. Archives fur Hydrobiologie 142: 353-369.

SANBEGGEN, L. & WESTEN, C.J.V. (EDS.), 1995. *Reservoirs in river basin deveolpment*. AA Balkema. Rotterdam.

SEIA, 1995. *Estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento do Alqueva*. Lisboa.

SEIA. 1995. *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva, Volume VI*, Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A. Lisboa.

SNADDON, C.D., WISHART, M.J. & DAVIES, B.R. 1998. *Some implications of inter-basin water transfers for river ecosystem functioning and water resources management in southern Africa*. Aquatic ecosystem health and management 1: 159-182.

SNPRCN. 1992. *Programa Corine – Projecto Biótopos. Inventário de Sítios de Especial Interesse para a Conservação da Natureza*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. 64 pp.

SPRCN. 1990. *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Vol. I - Mamíferos, Aves, Répteis e Anfíbios*. Secretaria de Estado do Ambiente e Defesa do Consumidor. Lisboa.

UNIVERSIDADE MODERNA. 2000. *Diagnóstico Social das Dinâmicas Juvenis: As Expectativas Sócio-Profissionais dos Jovens Residentes nas Aldeias da Luz, Amieira, Estrela e Alqueva*.

VALDÉS, B.; TALAVERA, S. FERNANDEZ-GALIANO, E. 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Ketres, S.A. Ed. Barcelona. vol. I, II e III.