



Universidade de Évora

**Curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos
Especialidade em Planeamento e Gestão da Água**

**“CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA REGA NAS
CAPTAÇÕES DO SISTEMA ALQUEVA – PEDRÓGÃO.”**

Trabalho de Fim de Curso realizado por Martinho José Badagola Murteira

Orientador Científico: Profª Doutora Maria Manuela Queiroz Martins Mantero Morais



170167



Universidade de Évora

Curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos

Especialidade em Planeamento e Gestão da Água

“CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA REGA NAS CAPTAÇÕES DO SISTEMA ALQUEVA – PEDRÓGÃO.”

Dissertação apresentada à Universidade de Évora para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em 2009, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Manuela Queiroz Martins Mantero Morais (Departamento de Biologia da Universidade de Évora).

Este trabalho não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri.

Évora, Outubro de 2009

*“Este trabalho não inclui as
críticas e sugestões feitas pelo
júri.”*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado em obediência ao plano de estudos do Curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos – Edição 2008/2010 – Planeamento e Gestão da Água, da Universidade de Évora, e relativo ao tema “Caracterização da qualidade da água para rega nas captações do sistema Alqueva – Pedrógão” e teve como instituição de acolhimento a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva S.A. (EDIA).

Ao concluir este trabalho o sentimento é de grande satisfação. É, por isso, meu desejo manifestar reconhecimento a todos aqueles que, de algum modo, me ajudaram na realização deste trabalho.

Aqui deixo a devida referência,

À Professora Doutora Maria Manuela Queiroz Martins Mantero Moraes, minha orientadora, quero deixar o meu profundo reconhecimento por me ter motivado a dar mais este passo na vida, pela sua permanente disponibilidade na orientação deste trabalho e pela sua amizade (a sua disponibilidade será eternamente reconhecida!).

Aos colegas Eng.º Manuel Francisco Bica, Eng.ª. Ana Ilhéu, Eng.ª. Manuela Ruivo, Eng.ª. Margarida Brito, Dr.ª. Rita Azedo e Dr. António Serafim um agradecimento especial pela força transmitida e pelos seus incansáveis apoios.

A todos aqueles que, ao longo da execução do programa de monitorização da qualidade da água do Sistema Alqueva – Pedrógão, participaram na obtenção dos dados necessários para a realização deste trabalho.

À Sara minha companheira inseparável por todo o apoio que me tem dado ao longo da nossa vida em comum.

Ao meu filho Duarte pelo que ele representa para a minha vida e à sua irmã que está prestes a nascer.

À minha irmã quero deixar uma palavra amiga pelo apoio e incentivo prestado durante a realização do trabalho.

Aos meus pais por serem quem são...

RESUMO

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) é um projecto estruturante centrado na barragem do Alqueva, que pretende garantir o recurso Água na região e com isso viabilizar uma série de infra-estruturas que contribuirão para o desenvolvimento, em termos económicos e sociais, de uma das regiões mais desfavorecidas da Europa. O EFMA é constituído pelo “Reservatório Mãe” e por um conjunto de outras albufeiras de menor dimensão, interligados por uma rede com cerca de dois mil quilómetros de canais e condutas e mais de meia centena de estações de bombagem, contemplando os seguintes usos da água:

- Abastecimento público.
- Fornecimento de água para o desenvolvimento de actividades agrícolas e agro-industriais;
- Produção de energia;

Este trabalho tem por objectivo avaliar a adequabilidade da qualidade da água para o uso rega na origem e produzir informação adequada de suporte à decisão.

Os resultados obtidos permitem afirmar que de um modo geral a qualidade da água captada no sistema Alqueva – Pedrógão é adequada para o uso rega, apesar de se verificar uma persistente contaminação de coliformes fecais.

Palavras-Chave: Monitorização; Qualidade da água para rega; Sistema Alqueva – Pedrógão; EFMA – Empreendimento de Fins Múltiplo de Alqueva.

Characterization of irrigation water quality in the water abstractions from Alqueva-Pedrógão system

ABSTRACT

The Multipurpose Alqueva Project (EFMA – Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva) is a groundwork project centred in Alqueva dam and its reservoir, which intends to guarantee a strategic water reserve in the region, and therefore making possible a series of associated infrastructures, contributing for the potential development of the region, in economic and social terms, in one of the most poorest regions of Europe. The EFMA includes a “Main Reservoir” and a set of other dams with lesser dimension, connected by a several canals and pipelines about two thousand kilometres long (including Primary and Secondary Network), and about 50 pumping stations, with the goal of attaining the following main objectives:

- Water supply for the development of agricultural and agro-industrial activities;
- Production of energy;
- Public Water Supply.

This study intends to evaluate the suitability of water quality in the origin for irrigation use and to achieve adequate information for support decision.

The results have revealed that the quality of water abstracted in the Alqueva – Pedrógão System is suitable for irrigation, although the persistent contamination of fecal coliforms.

Keywords: Monitoring; Irrigation water quality; Alqueva – Pedrógão watering system; Alqueva Multipurpose Project (EFMA – Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva).

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	1
2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA (EFMA)	3
2.1 Subsistema Alqueva	4
2.2 Subsistema Ardila	7
2.3 Subsistema Pedrógão	9
3 ENQUADRAMENTO REGIONAL DA ÁREA EM ESTUDO	10
3.1 Âmbito Territorial	10
3.2 Breve Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana	11
4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA ALQUEVA – PEDRÓGÃO	15
4.1 Usos primários	15
4.2 POA do Alqueva e Pedrógão	16
4.3 Albufeira e barragem de Alqueva	20
4.4 Albufeira e barragem de Pedrógão	22
5 METODOLOGIA	25
5.1 Origem dos dados	25
5.2 Estações de amostragem	26
5.3 Metodologias de amostragem	27
5.4 Metodologias de tratamento de dados	30
5.5 Metodologia de avaliação da qualidade da água para o uso rega	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6.1 Classificação da qualidade da água para o uso rega	33
6.2 Síntese dos principais parâmetros que afectam a qualidade da água para o uso rega	43
6.3 Evolução histórica da qualidade da água na Captação dos Álamos	47
6.3.1 Temperatura, Oxigénio Dissolvido e pH	47
6.3.2 Condutividade, Dureza Total, Cloretos e Teor SAR	48
6.3.3 Azoto, Fósforo e Clorofila <i>a</i>	51
6.3.4 CQO, CBO, Oxidabilidade e SST	54
6.3.5 Microbiologia	57
7 CONCLUSÕES GLOBAIS	58
8 BIBLIOGRAFIA	62
9 ANEXOS	65

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Barragens que integram o subsistema Alqueva. _____	6
Quadro 2: Barragens que integram o subsistema Ardila. _____	8
Quadro 3: Barragem que integra o subsistema Pedrógão. _____	9
Quadro 4: Principais características da barragem de Alqueva. _____	21
Quadro 5: Principais características da barragem de Pedrógão. _____	23
Quadro 6: Identificação das estações de amostragem analisadas por albufeira. _____	26
Quadro 7: Parâmetros Físico – Químicos, Microbiológicos e Fitoplanctónicos analisados em laboratório _____	29
Quadro 8: Verificação da conformidade dos parâmetros adoptados para classificação da qualidade da água relativamente ao uso rega de acordo com o DL 236/98. _____	32
Quadro 9: Normas de qualidade da água para rega constantes nos Anexos XVI e XVII do DL 236/98. _____	32
Quadro 10: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2002/2003 ____	34
Quadro 11: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2003/2004 ____	35
Quadro 12: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2004/2005 ____	36
Quadro 13: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2005/2006 ____	37
Quadro 14: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2006/2007 ____	38
Quadro 15: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008 ____	39
Quadro 16: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Ardila-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008 _____	40
Quadro 17: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Pedrógão-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008 ____	41
Quadro 18: Parâmetros não conformes, segundo o DL 236/98 para o uso rega, no período em análise. _____	46
Quadro 19: Síntese dos parâmetros que afectaram a qualidade da água para o uso rega. _____	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carta Global de Enquadramento do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva – EFMA. Fonte: EDIA 2009.	5
Figura 2: Esquema de projecto da rede primária do subsistema Alqueva. Fonte: EDIA 2007.	7
Figura 3: Esquema da Rede Primária do Subsistema Ardila. Fonte: EDIA 2007.	8
Figura 4: Esquema da Rede Primária do Subsistema Pedrógão. Fonte: EDIA 2007.	9
Figura 5: Enquadramento territorial da bacia hidrográfica do rio Guadiana. Fonte: EDIA, in Projecto ODeAnA.	11
Figura 6: Carta com as áreas beneficiadas pelo regadio de Alqueva. Fonte: Projecto Alqueva Agrícola – DGADR/IDRHa, 2007.	16
Figura 7: Barragem de Alqueva	20
Figura 8: Volumes armazenados mensais (final do mês) na Albufeira de Alqueva entre 2003 e 2008 Fonte: Dados obtidos em http://snirh.pt/	22
Figura 9: Barragem de Pedrógão	24
Figura 10: Volumes armazenados mensais (final do mês) na Albufeira de Pedrógão entre 2006 e 2008 Fonte: Dados obtidos em http://snirh.pt/	24
Figura 11: Localização das estações de amostragem	27
Figura 12: Parâmetros não conformes segundo a classificação da água para rega (Decreto.-Lei 236/98)	44
Figura 13: Evolução temporal da temperatura em Alqueva – Captação	47
Figura 14: Evolução temporal do pH em Alqueva – Captação	47
Figura 15: Evolução temporal do OD % em Alqueva – Captação	47
Figura 16: Evolução temporal da condutividade eléctrica em Alqueva – Captação	48
Figura 17: Evolução temporal da dureza total da água em Alqueva – Captação	49
Figura 18: Evolução temporal da concentração de cloretos em Alqueva – Captação	49
Figura 19: Evolução temporal do teor SAR em Alqueva – Captação	50
Figura 20: Evolução temporal da concentração de nitratos na água em Alqueva – Captação	51
Figura 21: Evolução temporal da concentração de nitritos na água em Alqueva – Captação	52
Figura 22: Evolução temporal da concentração de azoto amoniacal na água em Alqueva – Captação	53
Figura 23: Evolução temporal da concentração de fósforo total na água em Alqueva – Captação	53
Figura 24: Evolução temporal da concentração de Clorofila <i>a</i> na água em Alqueva – Captação	54
Figura 25: Evolução temporal da concentração de CQO na água em Alqueva – Captação	55
Figura 26: Evolução temporal da concentração de CBO ₅ na água em Alqueva – Captação	55
Figura 27: Evolução temporal da concentração de Oxidabilidade na água em Alqueva – Captação	56
Figura 28: Evolução temporal da concentração de SST na água em Alqueva – Captação	56
Figura 29: Evolução temporal concentração de Coliformes na água em Alqueva – Captação	57

1 INTRODUÇÃO

As primeiras referências ao Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) surgem em 1957, com a criação do Plano de Rega do Alentejo. A celebração do Convénio Luso-Espanhol, em 1968, para a utilização dos rios internacionais, atribui a Portugal a exploração hidráulica do troço internacional do rio Guadiana entre as confluências do rio Caia e da ribeira de Cuncos, consignando Alqueva. É neste contexto que decorrem, entre 1976 e 1978, as primeiras obras em Alqueva, com a construção das ensecadeiras de montante e de jusante, o túnel de desvio provisório do rio, acessos e infra-estruturas de apoio (<http://www.edia.pt>).

Após esta data foram realizados diversos estudos e avaliações sobre o Empreendimento, tendo em 1993, sido retomado o projecto. Nesse ano foi nomeada a Comissão Instaladora de Alqueva e em 1995 é criada a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva (EDIA), entidade gestora do EFMA (<http://www.edia.pt>).

O EFMA tem como componente mais importante a rega de cerca de 112.000 ha de terrenos que se distribuem entre a Bacia Hidrográfica do rio Sado e a Bacia Hidrográfica do rio Guadiana. A criação desta reserva estratégica de água permitirá, ainda, reforçar o abastecimento público às populações, o abastecimento industrial, a produção de energia eléctrica, bem como outras utilizações complementares das quais se destaca a regularização do rio Guadiana.

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

- Subsistema de Alqueva, cuja origem de água é uma captação na margem direita da albufeira de Alqueva (Estação Elevatória dos Álamos);

- Subsistema de Pedrógão, cuja origem de água é uma captação na margem direita da albufeira do açude de Pedrógão;
- Subsistema do Ardila, cuja origem de água é uma captação na margem esquerda da albufeira do açude de Pedrógão.

Nas últimas décadas, o estado dos recursos hídricos em Portugal tem vindo a experimentar uma degradação acentuada e as ocorrências de poluição das águas superficiais têm assumido, por vezes, características que põem em causa os usos com exigências de qualidade, não obstante a existência de um vasto conjunto de diplomas legais relativos à protecção da qualidade da água.

Assim, o conhecimento sobre o estado de qualidade das águas superficiais assume uma importância fundamental, bem como a avaliação da adequabilidade das massas de água aos diferentes usos.

Com a finalidade de situar estas questões no quadro legal em vigor, efectuou-se uma pesquisa sobre as principais disposições nacionais relacionadas com a protecção da qualidade da água, avaliou-se o seu estado de cumprimento e identificaram-se as principais razões associadas às situações de incumprimento.

Foi neste contexto que se perspectivou a necessidade de estruturar um trabalho, no âmbito da Dissertação do Mestrado em Engenharia dos Recursos Hídricos, visando a avaliação da qualidade da água para rega nas três captações do sistema Alqueva – Pedrógão, sendo que essas captações constituem a origem de água de todo o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA).

Este estudo pretende, assim, classificar a água em termos de qualidade da água para o uso rega e perceber a sua evolução ao longo dos últimos anos hidrológicos, com intuito de contribuir para apoio ao planeamento e à gestão do recurso água.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO

EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE

ALQUEVA (EFMA)

O EFMA, tal como definido legalmente, Decreto-Lei 42/2007 (22 Fev.), representa uma obra de aproveitamento dos recursos hídricos associados ao rio Guadiana, que visa o desenvolvimento regional sustentado e inclui, em especial, as seguintes componentes infra-estruturais:

- a) Barragem e central hidroeléctrica de Alqueva;
- b) Barragem e central hidroeléctrica de Pedrógão;
- c) Sistema de adução Alqueva-Álamos;
- d) Rede primária, a qual integra as infra-estruturas de captação, adução e distribuição de água cuja articulação com as componentes identificadas nas alíneas anteriores estabelece um sistema fisicamente integrado;
- e) Rede secundária, a qual integra as infra-estruturas de captação, adução e distribuição que se encontram posicionadas a jusante da rede primária e visam garantir o fornecimento de água à entrada das explorações agrícolas localizadas nos perímetros de rega do empreendimento ou beneficiadas por este;
- f) Outras infra-estruturas acessórias ou complementares das referidas nas alíneas anteriores e que visem a produção de energia.

Assim, o EFMA é constituído por um vasto conjunto de infra-estruturas de diferente natureza, das quais se destacam as barragens, albufeiras, centrais hidroeléctricas, canais a céu aberto, condutas, túneis, estações elevatórias e reservatórios. Interligadas entre si, estas infra-estruturas formam um sistema que

permite assegurar o fornecimento de água para fins agrícolas, produção de energia eléctrica e abastecimento urbano e/ou industrial (Figura 1).

A actual concepção do EFMA prevê a rega de cerca de 112 000 ha, os quais distribuem-se pelos subsistemas de rega do Alqueva, Pedrógão e Ardila, sendo a origem de água do subsistema Alqueva a barragem do Alqueva, e a dos subsistemas de Pedrógão e Ardila a barragem de Pedrógão.

2.1 Subsistema Alqueva

O Subsistema de Rega de Alqueva visa a beneficiação de cerca de 52 300 ha de terrenos em concelhos do Baixo Alentejo, nomeadamente nos concelhos de Alcácer do Sal, Alvito, Aljustrel, Beja, Cuba, Ferreira do Alentejo e Vidigueira, e cerca de 7 700 ha nos concelhos de Évora e de Portel.

O Subsistema de Rega de Alqueva tem a sua origem na margem direita da albufeira de Alqueva na estação elevatória dos Álamos. Para além da beneficiação de terrenos com regadio a Oeste de Beja e do Centro Alentejo, prevê também 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, Reguengos de Monsaraz, Mourão e Beja.

Captada na albufeira de Alqueva a água é então aduzida às albufeiras dos Álamos III e dos Álamos I e II. É na albufeira dos Álamos II e I que tem origem a ligação à barragem do Loureiro, localizada na bacia hidrográfica do rio Guadiana, a partir da qual é aduzida água às albufeiras do Monte Novo e do Alvito, esta última localizada na bacia hidrográfica do rio Sado. Da albufeira de Alvito a água será então aduzida às albufeiras de Vale de Gaio, Odivelas, Penedrão, Cinco Reis e Roxo.

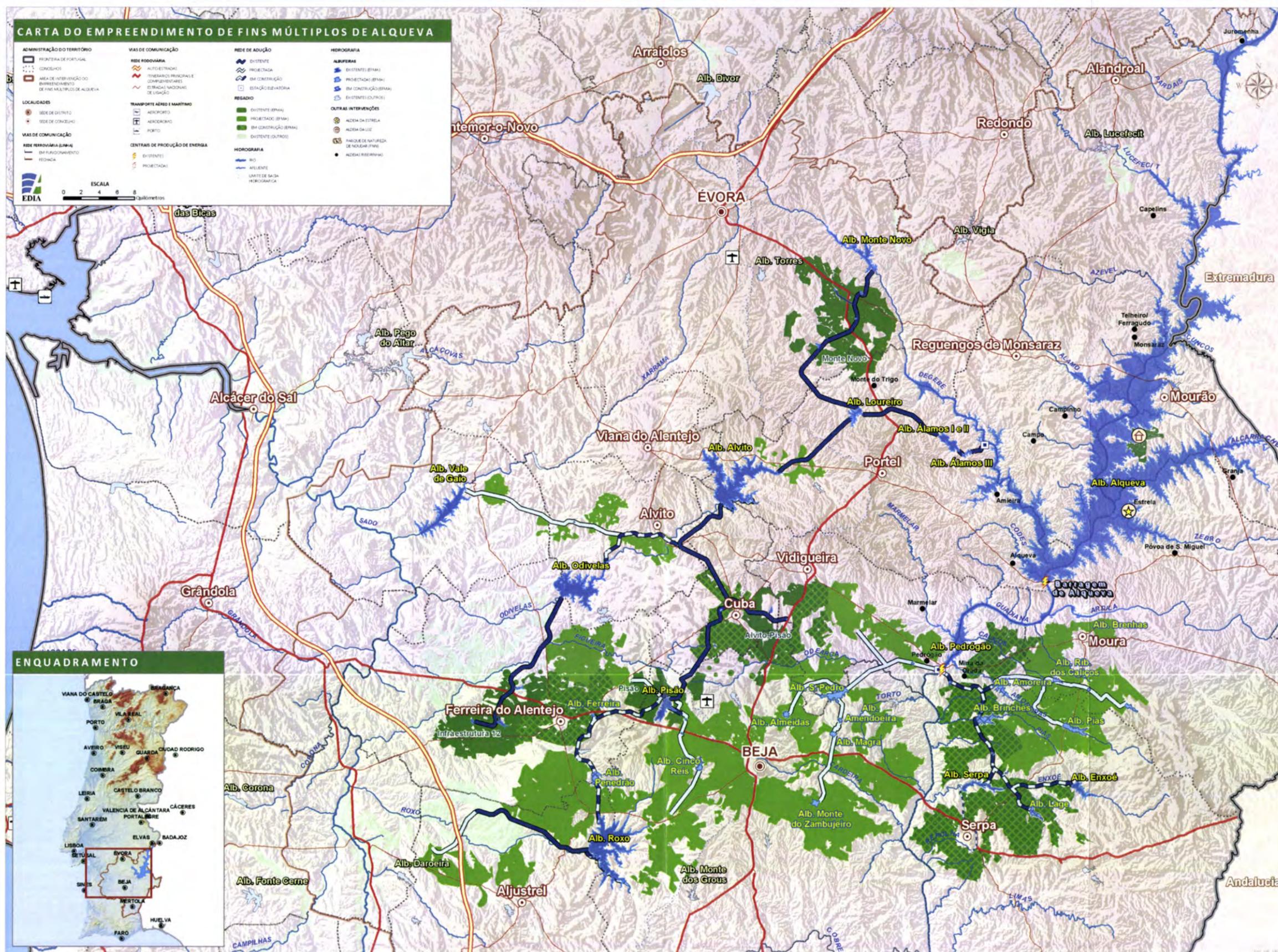


Figura 1: Carta Global de Enquadramento do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva – EFMA. Fonte: EDIA 2009.

É a Sul do túnel de ligação Loureiro-Alvito que, com o objectivo de minimizar os potenciais impactes decorrentes da transferência de água entre as bacias do rio Guadiana e do rio Sado, a EDIA assumiu a responsabilidade de garantir que o caudal ecológico nas linhas de água, a jusante das barragens, seja assegurado pelas afluições da própria bacia, através de um sistema de by-pass. Pretende-se desta forma garantir que a água proveniente da bacia do rio Guadiana apenas circule nas albufeiras e canais do EFMA.

O Subsistema de Alqueva inclui um conjunto de adutores, com extensão total superior a 200 km e 9 barragens, das quais 5 pré-existentes (não considerando a barragem de Alqueva e assumindo as três barragens dos Álamos como um conjunto uniforme).

As barragens que integram o Subsistema Alqueva encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1: Barragens que integram o subsistema Alqueva.

Barragem	Fase	Bacia hidrográfica
Álamos I, II e III	Em exploração (2006)	Guadiana
Loureiro	Em exploração (2006)	Guadiana
Alvito	Em exploração (1979) Pré existente	Sado
Odivelas	Em exploração (1972) Pré existente	Sado
Vale de Gaio	Em exploração (1949) Pré existente	Sado
Pisão	Concluída a construção (2007)	Sado
Penedrão	Em fase de construção	Sado
Roxo	Em exploração (1968) Pré-existente	Sado
Cinco Reis	Em estudo	Sado

Apresenta-se na Figura 2 o esquema de projecto da rede primária do subsistema Alqueva.

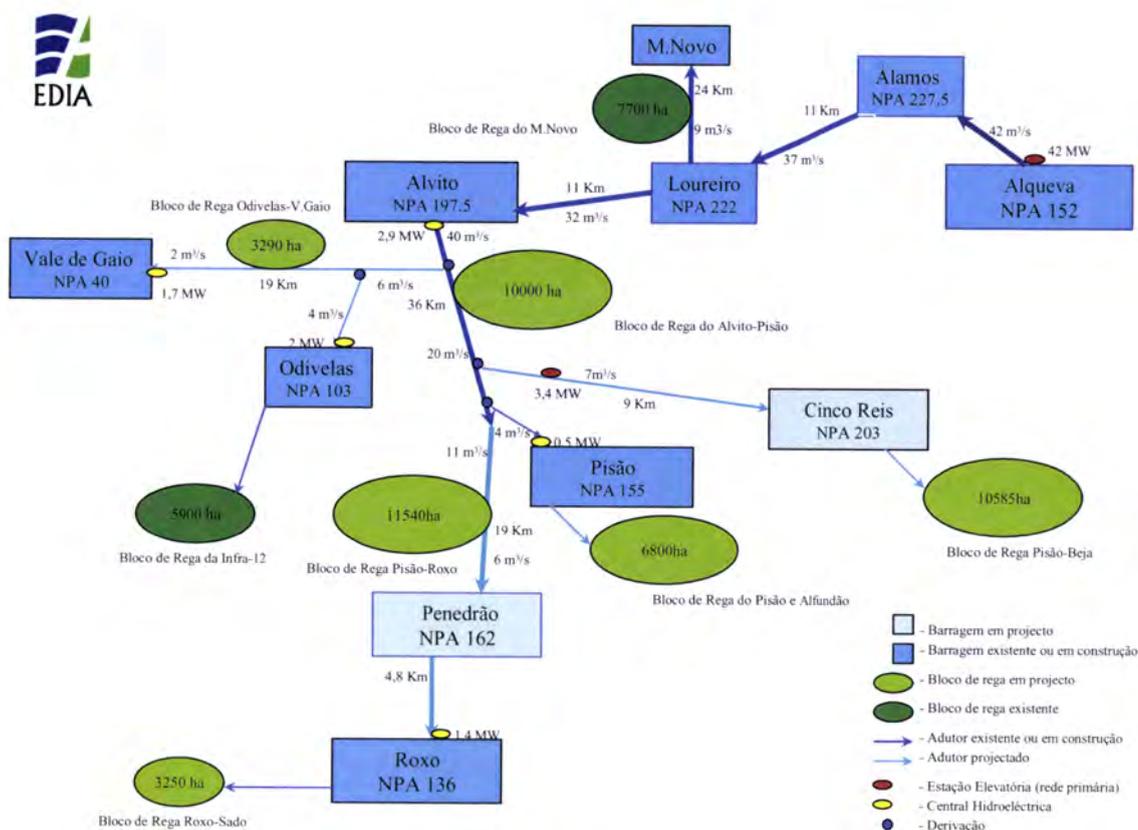


Figura 2: Esquema de projecto da rede primária do subsistema Alqueva. Fonte: EDIA 2007.

2.2 Subsistema Ardila

O subsistema de Rega do Ardila visa a beneficiação de cerca de 28 000 ha na margem esquerda do Rio Guadiana, designadamente nos concelhos de Moura e Serpa.

O subsistema tem a sua origem na margem esquerda da barragem de Pedrógão e é composto por um conjunto de adutores com uma extensão total de cerca de 70 km e 8 barragens, uma das quais pré-existente, a barragem do Enxoé (Quadro 2).

Quadro 2: Barragens que integram o subsistema Ardila.

Barragem	Fase	Bacia hidrográfica
Furta Galinhas	Em estudo	Guadiana
Amoreira	Concluída a construção (2008)	Guadiana
Serpa	Concluída a construção (2008)	Guadiana
Brinches	Concluída a construção (2008)	Guadiana
Pias	Em estudo	Guadiana
Lage	Em fase de construção	Guadiana
Enxoé	Em exploração (1999)	Guadiana
Caliços	Em estudo	Guadiana

Apresenta-se na Figura 3 o esquema de projecto da rede primária do subsistema Ardila.

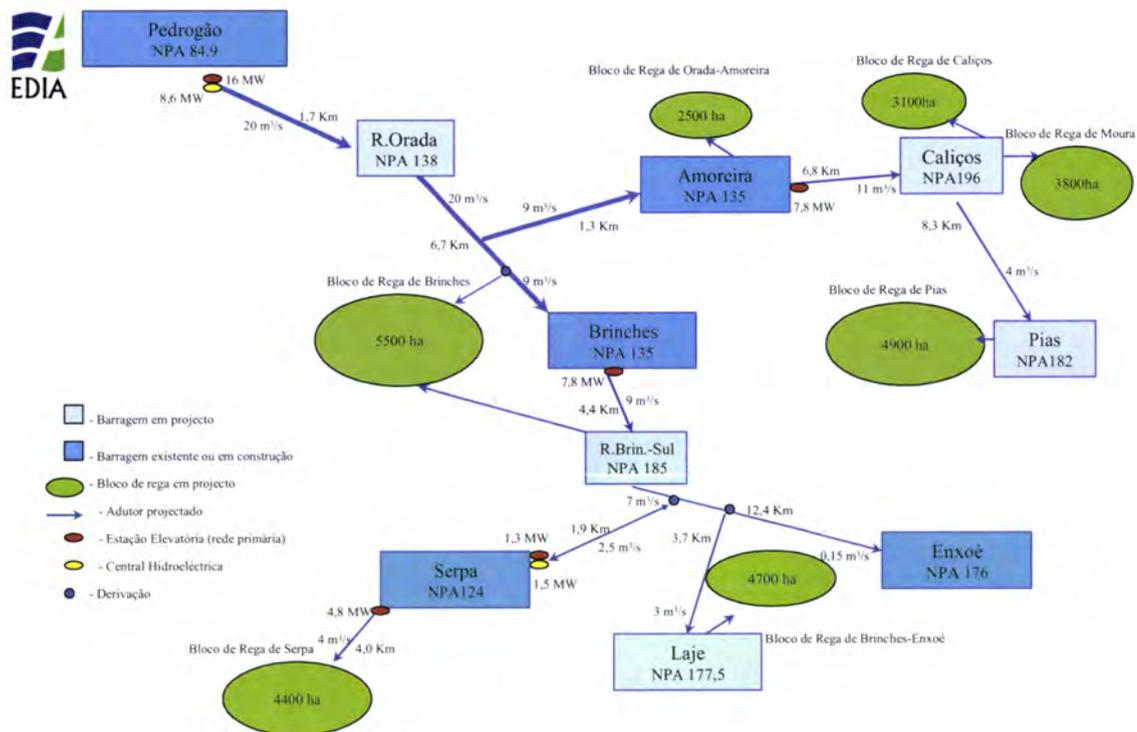


Figura 3: Esquema da Rede Primária do Subsistema Ardila. Fonte: EDIA 2007.

2.3 Subsistema Pedrógão

O subsistema de rega de Pedrógão visa a beneficiação de cerca de 22 000 ha de terrenos localizados nos concelhos de Beja e Vidigueira, localizando-se a sua origem de água na margem direita da barragem de Pedrógão. O sistema é composto por um conjunto de adutores que perfazem uma extensão de cerca de 60 km e por uma única barragem (S. Pedro) que se encontra actualmente projectada (Quadro 3).

Quadro 3: Barragem que integra o subsistema Pedrógão.

Barragem	Fase	Bacia hidrográfica
S. Pedro	Em estudo	Guadiana

Apresenta-se na Figura 4 o esquema de projecto da rede primária do subsistema Pedrógão.

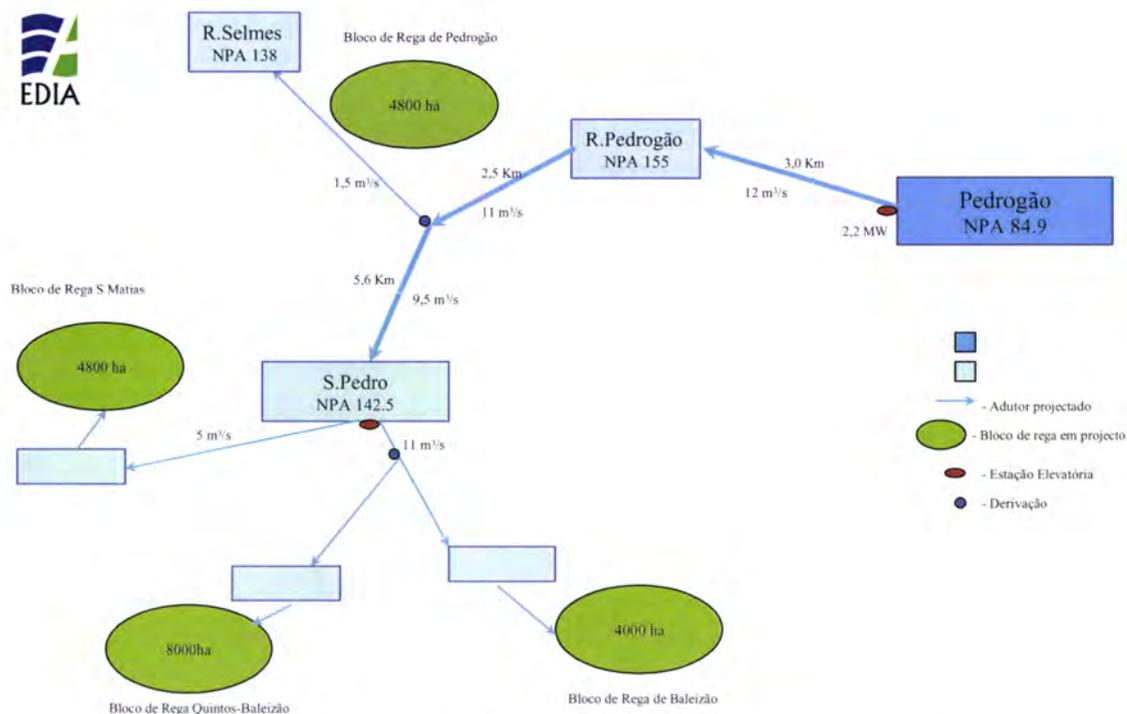


Figura 4: Esquema da Rede Primária do Subsistema Pedrógão. Fonte: EDIA 2007.

3 ENQUADRAMENTO REGIONAL DA ÁREA EM

ESTUDO

A área de estudo compreende o troço do rio Guadiana que engloba a albufeira de Alqueva e a albufeira de Pedrógão. Apresenta-se seguidamente uma breve caracterização geral da área de estudo, designadamente ao nível territorial; hidrográfico; e biofísico.

3.1 *Âmbito Territorial*

Conforme o disposto no Decreto-Lei nº 347/2007, de 19 de Outubro, a Região Hidrográfica do Guadiana – RH 7, é uma região hidrográfica internacional com uma área total em território português com cerca de 11 613 km² e com uma população residente estimada em 257 209 habitantes, integra a bacia hidrográfica do rio Guadiana localizada em território português e as bacias hidrográficas das ribeiras de costa, incluindo as respectivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes. Segundo a redacção da alínea d), do número 1 do artigo 9º da Lei da Água, Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro, é atribuída jurisdição sob a RH 7 à Administração da Região Hidrográfica do Alentejo, I.P. (ARH do Alentejo).

Em Portugal continental a bacia hidrográfica do rio Guadiana engloba 32 concelhos, sendo que 10 destes estão totalmente englobados pelos limites da referida bacia e que os restantes 22 estão parcialmente abrangidos. Os concelhos totalmente abrangidos são: Alandroal; Alcoutim; Barrancos; Campo Maior; Mértola; Moura; Mourão; Reguengos de Monsaraz; Serpa; e Vila Viçosa. Os concelhos parcialmente abrangidos são: Almodôvar; Arraiolos; Arronches; Beja; Borba; Castro Marim; Castro

Verde; Cuba; Elvas; Estremoz; Évora; Loulé; Monforte; Ourique; Portalegre; Portel; Redondo; S. Brás de Alportel; Tavira; Vidigueira; e Vila Real Santo António.

3.2 *Breve Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana*

O rio Guadiana nasce nas lagoas de Ruidera em Campo Montiel, Espanha, a 1700 m de altitude, desenvolvendo-se ao longo de 810 km até à foz, no oceano Atlântico, junto a Vila Real de Santo António e Ayamonte (Figura 5). Em território nacional, o rio tem um desenvolvimento total de 260 km, dos quais 110 km delimitam a fronteira.

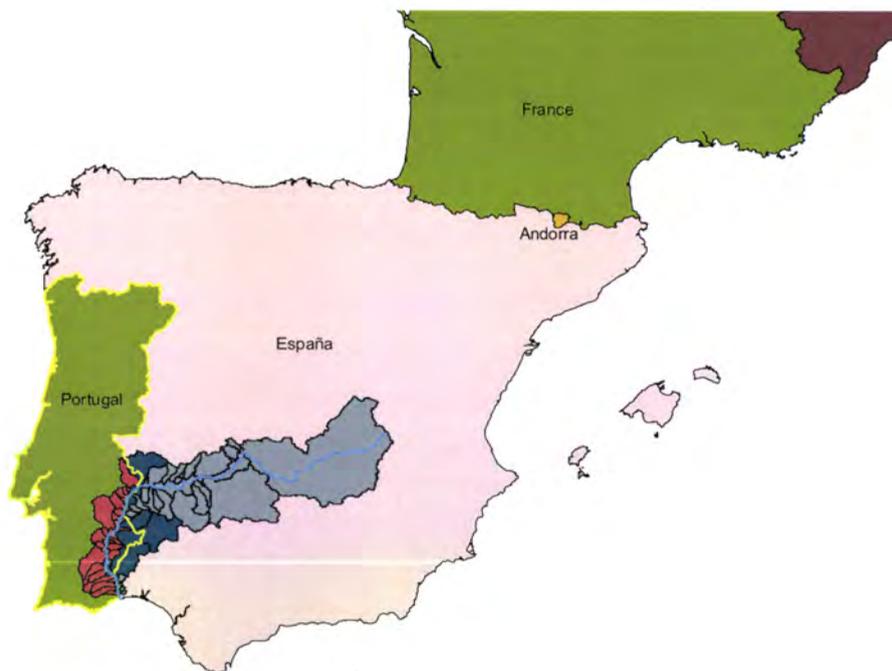


Figura 5: Enquadramento territorial da bacia hidrográfica do rio Guadiana. Fonte: EDIA, *in* Projecto ODeAnA.

A bacia hidrográfica portuguesa do rio Guadiana corresponde a uma área de 11 580 km², cerca de 17% do total da área da bacia. Em território nacional, a bacia, estreita e comprida, é acompanhada de vales encaixados, maioritariamente entre os 50 e os 100 m.

A rede hidrográfica pode classificar-se como muito densa, apresentando, regra geral, as vertentes dos cursos de água formas rectilínea ou complexa (rectilínea/convexa ou convexa/côncava).

Sob o ponto de vista climático a bacia hidrográfica do rio Guadiana é globalmente bastante homogénea, de características mediterrânicas: acentuadas amplitudes térmicas, elevada insolação; evapotranspiração elevada no período de Verão, precipitação fraca e concentrada no período de Inverno, baixa humidade relativa e nebulosidade. Verões quentes e secos e os invernos, relativamente rigorosos na zona alta, suavizam-se consideravelmente para jusante.

A temperatura do ar é influenciada pela sua continentalidade, latitude, relevo e exposição aos ventos. A temperatura média anual ronda os 16 °C, em média o mês mais quente é Junho e o mês mais frio é Janeiro. A média das temperaturas mínimas ronda os 4 °C e a média das máximas os 34 °C. A temperatura média anual da bacia tem uma pequena variação longitudinal, aumentando de Norte para Sul. Nos meses mais quentes a temperatura média é de 24 °C junto ao mar e 26 °C na zona de fronteira, enquanto que nos meses mais frios a temperatura é de 11 °C e 9 °C respectivamente (HIDROPROJECTO ET AL., 1999a).

A precipitação média anual ponderada sobre a bacia é de 550 mm (561 mm em Portugal e 540 mm em Espanha), variando entre um mínimo de 350 mm na zona central da planície da Mancha e de 450 mm na zona de Mértola e Moura e um máximo ligeiramente superior a 1000 mm na cabeceiras do Ardila, do Odeleite e do Caia; em termos globais. No entanto, a distribuição da precipitação anual média é bastante uniforme, estando normalmente compreendida entre 500 e 600 mm.

A distribuição interanual da precipitação é também extremamente irregular, descendo a 386 mm e a 422 mm em anos secos (respectivamente 10 e 20% de

probabilidade) e subindo a 722 mm e 766 mm em anos húmidos (respectivamente 80 e 90% de probabilidade). No que se refere à distribuição mensal da precipitação, toda a bacia é afectada por um período estival com quase total carência de chuva. Em média mais de 80% do total anual da precipitação ocorre no período compreendido entre Outubro e Abril.

Entre anos secos e anos húmidos as amplitudes dos valores de escoamento, assim como os de precipitação, são muito acentuados. Verifica-se, ainda, severas estiagens (3 meses em média), despromovendo o leito de escoamento. A bacia, em regime natural, apresenta um escoamento global de 6 700 hm³, em que 4 900 hm³ são provenientes da parte espanhola da bacia. Todavia, a contribuição espanhola actual reduziu para 55 % o escoamento médio anual em regime natural, havendo tendência de no futuro se proceder a uma maior regularização do caudal do rio (HIDROPROJECTO et al., 1999b).

Sob o ponto de vista morfológico, a bacia pode dividir-se em três zonas distintas: Alto, Médio e Baixo Guadiana. O Alto Guadiana estende-se entre as cabeceiras e a confluência com o rio Valdehornos, abrangendo a zona de Castilla-la-Mancha, limitado a norte e sul por cadeias montanhosas de mediana altitude. O Médio Guadiana, entre o rio Valdehornos e a fronteira portuguesa, abrangendo também a bacia do Ardila, corresponde ao bordo sudoeste do soco Hercínico da Meseta Ibérica. O Baixo Guadiana corresponde essencialmente à parte portuguesa do rio, incluindo ainda a bacia espanhola do Chança. Os solos, essencialmente derivados de xistos, são geralmente pesados, apresentando frequentemente problemas de drenagem. Relativamente à litologia, a Bacia do Guadiana estende-se sobre duas unidades morfoestruturais: O *Maciço Antigo* e a *Orla Meridional*.

- No Maciço Antigo predominam as formas de relevo arrasadas por sucessivas aplanagens, deslocadas e desniveladas por um complexo sistema de falhas, ocupando, ao Sul, as planícies a sua maior extensão;
- A Orla Meridional Mesocenozóica corresponde ao conjunto dos terrenos formados, na grande maioria, por rochas sedimentares, como sejam: os grés, os calcários (dolomíticos, compactos detríticos, lacustres e margosos), as margas, as argilas, os arenitos, entre outras. Estruturalmente, a Sul, o relevo apresenta um estilo ondulado, com dobras anticlinais amplas (E-W) levemente inclinadas ou cavalgantes para sul.

Em termos tectónicos, na Bacia encontram-se representadas três zonas tectónicas e paleográficas: Zona Centro, Zona de Ossa-Morena e Zona Sul-Portuguesa. As falhas e os cavalgamentos existem em número significativo, assumindo uma grande importância no modelado do relevo e no estabelecimento da rede hidrográfica da bacia do rio Guadiana.

A área abrangida pode caracterizar-se, genericamente, por um fraco dinamismo demográfico, traduzido numa perda progressiva e generalizada de população ao longo dos últimos anos.

Quanto às principais actividades económicas, salienta-se o forte domínio dos sectores primário e terciário. A indústria transformadora integra especialmente lagares de azeite, destilarias e adegas, conservação de frutas, lacticínios e produção de bebidas não alcoólicas. Em termos de agricultura, actualmente predominam as culturas de sequeiro, de carácter extensivo, encontrando-se em fase final de implementação o projecto do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), cujo Sistema Global de Rega irá beneficiar uma área de regadio de cerca de 112.000 ha.

A produção de energia hidroeléctrica tem alguma representatividade no contexto actual perspectivando-se que venha a ser aumentada a potência da central hidroeléctrica de Alqueva.

4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA ALQUEVA

– PEDRÓGÃO

As albufeiras de Alqueva e de Pedrógão formam o sistema Alqueva – Pedrógão, cujos objectivos directos são o fornecimento de água para rega e abastecimento público, a produção de energia hidroeléctrica e as actividades de turismo e lazer, na perspectiva de potenciar o desenvolvimento da região nas suas diversas valências, de carácter económico, social, cultural e ambiental, garantindo a qualidade da água.

4.1 Usos primários

Actualmente os sistemas de agricultura dominantes na área de intervenção do EFMA incluem: sistemas arbóreo-arbustivos, de vinha ou olival, culturas arvenses e de montado. No entanto, a construção da barragem de Alqueva potencia o regadio nesta região, estando prevista a maior concentração de campos de rega a jusante da barragem (Figura 6). A área de regadio projectada ascende a mais de 112 000 ha,.

A produção de energia hidroeléctrica é outro dos principais objectivos do EFMA, desde a sua concepção. Este facto levou à instalação de uma central hidroeléctrica no momento de construção da barragem do Alqueva, à qual se associou a construção da barragem de Pedrógão, na perspectiva da optimização da central. A barragem de Pedrógão permite a recuperação dos caudais utilizados na operação de turbinamento, para posterior recuperação, por bombagem, para a albufeira de Alqueva. Este armazenamento de energia confere uma boa eficiência ao sistema, que gasta menos energia e preserva a água para outras utilizações. Refira-se que o *Grupo I* da central

hidroeléctrica de Alqueva entrou em funcionamento em 2003, o *Grupo II* em 2004, tendo sido inaugurada em 2006 a central hidroeléctrica de Pedrógão, em simultâneo com a barragem.

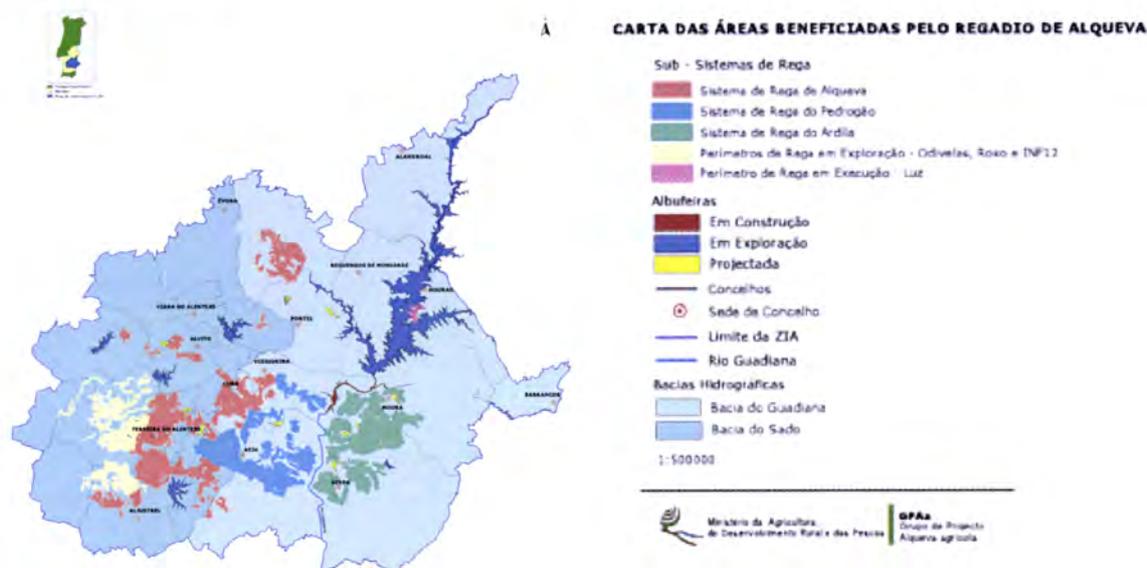


Figura 6: Carta com as áreas beneficiadas pelo regadio de Alqueva. Fonte: Projecto Alqueva Agrícola – DGADR/IDRHa, 2007.

Outro dos usos da água do sistema Alqueva – Pedrógão é o abastecimento público. No entanto, na bibliografia e referências consultadas, não foi encontrada informação quantificada relativa à percentagem de utilização, não só para este uso, mas também para os restantes mencionados.

4.2 POA do Alqueva e Pedrógão

Ao abrigo do Decreto-Regulamentar n.º 2/88, as albufeiras do Alqueva e de Pedrógão foram classificadas como Protegidas. Neste sentido o EFMA contempla ainda, como objectivo para utilização do plano de água das albufeiras o desenvolvimento de actividades de turismo e de lazer, incluindo as náuticas. Neste sentido, as albufeiras do Alqueva e de Pedrógão foram objecto de um plano de ordenamento, POAAP (Plano de

Ordenamento da Albufeira do Alqueva e de Pedrógão), destinado a definir os princípios e as regras de utilização das águas públicas e da ocupação, uso e transformação do solo e respectiva zona de protecção, cuja revisão foi determinada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 105/2005, de 28 de Junho.

O POAAP, cuja revisão foi aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 94/2006 de 4 de Agosto, é um Plano Especial de Ordenamento do Território em vigor desde 2002, que abrange os planos de água e respectivas zonas de protecção das albufeiras do Alqueva e Pedrógão, os quais abrangem território dos municípios de Alandroal, Elvas, Portel, Reguengos de Monsaraz, Moura, Mourão, Évora, Vidigueira, Vila Viçosa e Serpa.

A revisão do POAAP incidiu sobre os planos de água e respectivas zonas de protecção com uma largura de 500 m, medida na horizontal a partir do nível de pleno armazenamento, respectivamente, 152 m para a albufeira do Alqueva e 84,8 m para a albufeira de Pedrógão.

O modelo de ordenamento e desenvolvimento constante preconizado pelo POAAP considera a conservação e valorização dos recursos naturais, com especial destaque para os recursos hídricos, como premissa fundamental e condicionadora de todos os usos e actividades que possam vir a desenvolver-se na área de intervenção, enquadrando convenientemente a finalidade primária da construção das barragens do Alqueva e de Pedrógão. O regulamento do plano tem um papel imprescindível no sentido da regulação de usos e actividades, condicionando ou mesmo interdição aquelas que não garantam a compatibilidade com a qualidade da água, recurso primordial e central deste sistema.

Sob a perspectiva dos usos da água destacam-se os objectivos do POAAP que vão ao encontro à sua gestão, nomeadamente:

- Compatibilizar os diferentes usos e actividades com a protecção e valorização ambiental e as finalidades principais das albufeiras;
- Definir os usos secundários nos planos de água tendo em conta as suas condições morfológicas e a evolução da qualidade de água e identificando as áreas mais adequadas para a conservação da natureza e as áreas mais aptas para actividades de recreio e lazer, prevendo a compatibilidade e complementaridade entre as diversas utilizações.

De entre as actividades e utilizações permitidas no plano de água, o POAAP admite a possibilidade de realizar, nas condições constantes da legislação específica e das disposições constantes no regulamento:

- Captações para rega, para actividades agrícolas, silvícolas e ou pecuárias;
- Actividades recreativas e de lazer, relacionadas com a pesca e navegação;
- Competições desportivas.

Por outro lado o POAAP interdita a prática dos seguintes actos ou actividades no plano de água:

- A rejeição de efluentes de origem doméstica ou industrial não tratados no plano de água e nas linhas de água afluentes à albufeira;
- A rejeição de resíduos de combustíveis ou de lubrificantes sob qualquer forma, bem como misturas destes;
- A rejeição de quaisquer objectos ou substâncias de qualquer natureza;
- A instalação de aquiculturas e pisciculturas;
- A pesca com recurso à utilização dos engodos;
- A introdução de espécies não indígenas, de fauna e flora, nos termos da legislação;
- O abeberamento directo de gado e pastoreio na faixa interníveis;
- A caça;
- A prática de pára-queda rebocado por embarcações ou outras formas de reboques;
- A lavagem e o abandono de embarcações;

- O estacionamento de embarcações, excepto nos locais previstos no Regulamento;
- A navegação de recreio com motas de água, bem como das embarcações que não se enquadrem na legislação em vigor;
- A extracção de inertes nos leitos das albufeiras salvo quando tal se justifique por razões ambientais ou para bom funcionamento das infra-estruturas hidráulicas, nos termos e nas condições definidas na legislação específica;
- As captações de água de abastecimento para consumo humano quando não inseridas em sistemas municipais ou multimunicipais.

De acordo com o estabelecido pelo POAAP, foram delimitadas áreas de utilização recreativa e de lazer nas albufeiras do Alqueva e Pedrógão, as quais são de utilização pública, salvaguardando-se o seu acesso e uso público. Estas integram áreas de suporte às actividades secundárias, com características distintas em função da respectiva aptidão e níveis de utilização, sendo tipificadas em 3 níveis de acordo com a existência edificações ou possibilidade de instalar equipamentos, infra-estruturas. A formação de áreas de utilização recreativa e de lazer ocorre no âmbito dos respectivos planos de pormenor, os quais deverão observar as disposições constantes no regulamento do POAAP.

Para efeitos da fixação de usos e regime de utilização compatíveis com as actividades secundárias, o POAAP divide o plano de água em:

- Zonas de navegação livre (zonas centrais dos planos de água, onde a navegação é livre e as outras actividades secundárias carecem de licença);
- Zonas de navegação restrita (afluentes e troços de afluentes, bem como às faixas adjacentes às margens, com uma largura de 50 m, variável consoante o nível de armazenamento da água nas albufeiras, e às pontes nas quais a navegação é condicionada e são regulamentadas as outras actividades secundárias);

- Zonas de navegação interdita, correspondendo às zonas do plano de água destinadas a usos com os quais a navegação se revela incompatível, nas quais se incluem as zonas de protecção das barragens e dos órgãos de segurança e utilização das albufeiras e as zonas de captações de água para abastecimento público.

4.3 Albufeira e barragem de Alqueva

A barragem do Alqueva (Figura 7) origina o maior lago artificial da Europa, o qual se estende por 83 km ao longo dos concelhos de Moura, Portel, Mourão, Reguengos de Monsaraz e Alandroal, ocupando uma área de 250 km² e contando com cerca de 1160 km de margem. A capacidade total de armazenamento da albufeira de Alqueva é de 4150 milhões de m³, sendo de 3150 milhões de m³ o seu volume utilizável em exploração normal. Esta albufeira serve para fins múltiplos.



Figura 7: Barragem de Alqueva

Fonte: <http://maps.google.com/maps?ll=38.197465,-7.4963163&z=16&t=h&hl=pt-PT>

A barragem de Alqueva localiza-se na freguesia de São João Baptista (Moura), junto à povoação de Alqueva no limite dos Concelhos de Moura e Portel dos Distritos

de Beja e Évora, no rio Guadiana. A construção foi concluída em 2002. A barragem de Alqueva é classificada como grande barragem do tipo Betão-Abóbada, e as suas principais características são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4: Principais características da barragem de Alqueva.

BARRAGEM DE ALQUEVA

UTILIZAÇÕES - Reserva / Rega / Abastecimento / Energia

LOCALIZAÇÃO

Distrito - Beja
Concelho - Moura
Local - Alqueva
Bacia Hidrográfica - Guadiana
Linha de Água - Rio Guadiana

DADOS GERAIS

Promotor - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva SA (EDIA)
Dono de Obra (RSB) - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva SA (EDIA)
Construtor - Ace-Somague-Bento Pedroso-Cubiertas- Dragados
Ano de Projecto - 1994
Ano de conclusão - 2002

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Área da Bacia Hidrográfica - 55000 km²
Caudal integral médio anual - 2851000 x 1000 m³
Caudal de cheia - 12000 m³/s
Período de retorno - 1000 anos

CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA

Área inundada ao NPA - 250000 x 1000m²
Capacidade total - 4150000 x 1000m³
Capacidade útil - 3150000 x 1000m³
Nível de pleno armazenamento (NPA) - 152 m
Nível de máxima cheia (NMC) - 153 m
Nível mínimo de exploração (Nme) - 135 m

CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM

Betão - Abóbada de dupla curvatura
Altura acima da fundação - 96 m
Cota do coroamento - 154 m
Comprimento do coroamento - 458 m
Largura do coroamento - 7 m
Fundação - Rocha
Volume de betão - 687 x 1000 m³

DESCARREGADOR DE CHEIAS

Localização - 2 no corpo da barragem e encontros
Tipo de controlo - Controlado
Tipo de descarregador - Soleira tipo Wes c/ canal a jusante
Cota da crista da soleira - 139 m
Desenvolvimento da soleira - 2 x 19 = 38 m
Caudal máximo descarregado - 6300 m³/s
Dissipação de energia - Trampolim

DESCARGA DE FUNDO

Localização - Incorporada na galeria de derivação provisória
Secção da conduta - d 3m
Caudal máximo - 160 m³/s
Controlo a montante -
Controlo a jusante -
Dissipação de energia - Trampolim

CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Tipo de central - Pé da barragem c/ bombagem
Nº de grupos instalados - 2
Tipo de grupos - Reversíveis Turbo/Francis
Potência total Instalada - 240 MW
Energia produzida em ano médio - 269 GWh

Fonte: INAG - Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens.

Na Figura 8, apresentam-se sob forma gráfica os registos dos volumes armazenados na albufeira de Alqueva entre os anos de 2003 e de 2008.

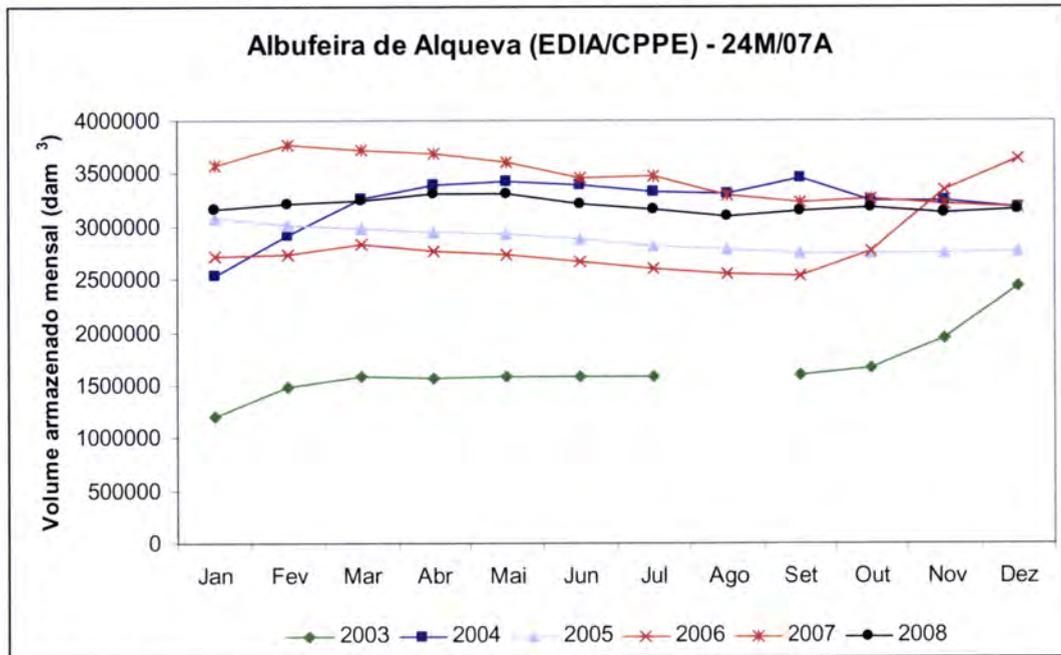


Figura 8: Volumes armazenados mensais (final do mês) na Albufeira de Alqueva entre 2003 e 2008
Fonte: Dados obtidos em <http://snirh.pt/>

4.4 Albufeira e barragem de Pedrógão

A albufeira de Pedrógão abrange uma capacidade total de armazenamento de 106 milhões de m³, sendo de 54 milhões de m³ o seu volume utilizável em exploração normal e foi criada pela barragem do mesmo nome, localizada na freguesia de Pedrógão, no Concelho de Vidigueira/Serpa do Distrito de Beja, no rio Guadiana. A construção foi concluída em 2005. A barragem de Pedrógão é classificada como grande barragem do tipo Betão-Gravidade, e as suas principais características são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5: Principais características da barragem de Pedrógão.

BARRAGEM DE PEDRÓGÃO

UTILIZAÇÕES - Energia / Rega

LOCALIZAÇÃO

Distrito - Beja
Concelho - Vidigueira
Local - Pedrógão
Bacia Hidrográfica - Guadiana
Linha de Água - Rio Guadiana

DADOS GERAIS

Promotor - EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA
Dono de Obra (RSB) - EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA
Projectista - EDP
Construtor - Engil / Mota & Companhia
Ano de Projecto - 2002
Ano de Conclusão - 2005

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Área da Bacia Hidrográfica - 59160 km²
Precipitação média anual - 560 mm
Caudal de cheia - 12000 m³/s
Período de retorno - 1000 anos

CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA

Área inundada ao NPA - 11040 x 1000m²
Capacidade total - 106000 x 1000m³
Capacidade útil - 54000 x 1000m³
Volume morto - 52000 x 1000m³
Nível de pleno armazenamento (NPA) - 84,80 m
Nível de máxima cheia (NMC) - 91,80 m
Nível mínimo de exploração (Nme) - 79,00 m

CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM

Betão - Gravidade
Altura acima da fundação - 43 m
Altura acima do terreno natural - 34,50 m
Cota do coroamento - 94,10 m
Comprimento do coroamento - 448 m
Largura do coroamento - 7,00 m
Volume do betão - 340 x 1000m³

DESCARREGADOR DE CHEIAS

Localização - Incorporado no corpo da barragem
Tipo de controlo - Sem controlo
Tipo de descarregador - Soleira descarregadora WES seguida de degraus
Cota da crista da soleira - 84,80 m
Desenvolvimento da soleira - 10 vãos de 28,75 m cada
Comportas - Sem comportas
Caudal máximo descarregado - 12000 m³/s
Dissipação de energia - Tipo roller bucket

DESCARGA DE FUNDO

Localização - Margem esquerda
Tipo - Galeria de secção rectangular
Secção da galeria - 1,00 x 1,50 m²
Caudal máximo - 27 m³/s
Controlo a montante - 2 comportas vagão de guarda e de serviço
Controlo a jusante - Sem controlo
Dissipação de energia - Salto de sky

DESCARGA DE AUXILIAR

Localização - Margem esquerda
Tipo - 2 galerias de secção rectangular
Secção da galeria - 2,10 x 3,20 m²
Caudal máximo - 194 m³/s
Controlo a montante - 2 comportas vagão
Controlo a jusante - 2 comportas segmento
Dissipação de energia - Salto de sky

CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Tipo de central - mini-hídrica de 10 MW
Energia produzida em ano médio - 45 GW

Fonte: INAG - Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens.



Figura 9: Barragem de Pedrógão

Fonte: <http://maps.google.com/maps?ll=38.417312,-8.3918401&z=16&t=h&hl=pt-PT>

Na Figura 10, apresentam-se sob forma gráfica os registos dos volumes armazenados na referida albufeira de Pedrógão ao longo de 2006 e 2008.

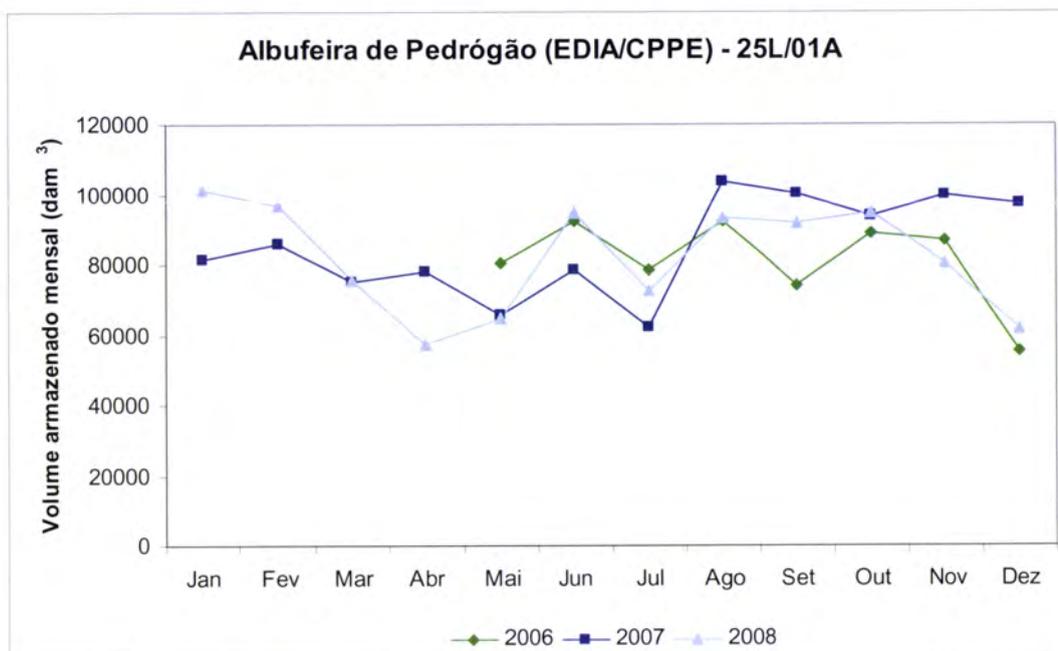


Figura 10: Volumes armazenados mensais (final do mês) na Albufeira de Pedrógão entre 2006 e 2008
Fonte: Dados obtidos em <http://snirh.pt/>

5 METODOLOGIA

Nos capítulos seguintes apresenta-se a metodologia adoptada na abordagem deste estudo. É feita referência à origem dos dados e descritos os critérios de selecção dos locais amostrados, sendo a área de estudo limitada pelo sistema Alqueva-Pedrogão.

São descritas as metodologias de amostragem, bem como as metodologias adoptadas no tratamento dos dados

Por último são descritas as metodologias adoptadas na classificação da qualidade da água para o uso rega.

Face aos objectivos fixados para este trabalho a análise da evolução histórica da qualidade da água na captação dos Álamos foi efectuada com recurso às séries históricas disponíveis e a medidas de estatística descritiva, bem como com recurso à representação gráfica das séries para melhor compreensão dos resultados.

5.1 *Origem dos dados*

No âmbito do Programa de Gestão Ambiental do EFMA (PGA 2005) compete à EDIA, enquanto entidade responsável pela gestão, exploração, manutenção e conservação do Sistema Alqueva – Pedrogão e Rede Primária do EFMA, promover e coordenar a concepção e implementação de um conjunto de programas de monitorização relativos às diferentes vertentes do EFMA.

Assim, e de acordo com a Ficha de Actividade nº 4.2.3, do referido Programa, compete à EDIA assegurar a monitorização ambiental do estado das águas de superfície – elementos de qualidade biológica e físico-química – para o Sistema Alqueva – Pedrogão e para a Rede Primária. Importa ainda referir que no âmbito do contrato de concessão celebrado entre a EDIA e o Estado Português a 17 de Outubro de 2007 é



referido na cláusula 17ª que a EDIA deverá “Cumprir as medidas previstas no Programa de Gestão Ambiental que sejam da sua responsabilidade, nos termos do Anexo V – Medidas do Programa de Gestão Ambiental da responsabilidade da Concessionária”. Tendo em consideração as suas atribuições e competências a EDIA iniciou a implementação do “Programa de Monitorização da Qualidade da Água das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão” em Fevereiro de 2002, com o encerramento das comportas de Alqueva.

Os dados utilizados neste trabalho foram disponibilizados pela Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva – EDIA S.A.. A avaliação da qualidade da água para o uso rega foi efectuada em três estações de amostragem convencional referentes às captações de água, dos subsistema Alqueva, Pedrógão e Ardila.

5.2 *Estações de amostragem*

As estações de amostragem foram seleccionadas tendo em consideração que as amostras foram colhidas sistematicamente no mesmo local, tão próximo quanto possível do local de captação, e em intervalos de tempo regulares, sendo a amostragem repartida ao longo do ano com uma frequência mensal.

No Quadro 6 apresentam-se as estações de amostragem convencional consideradas neste estudo, um local de monitorização situa-se na albufeira de Alqueva e os outros dois na albufeira de Pedrógão, a localização é indicada na Figura 11.

Quadro 6: Identificação das estações de amostragem analisadas por albufeira.

Subsistema de Rega	Albufeira	Local de amostragem	Coordenadas		Série de dados Ano Hidrológico
			Ponto Central Datum 73 IGeoE		
			X	Y	
Alqueva	Alqueva	Alqueva–Captação	248937.44	152468.92	2002/03 a 2007/08
Pedrógão	Pedrógão	Pedrógão–Captação	244006.59	127330.96	2007/08
Ardila	Pedrógão	Ardila–Captação	244257.35	127147.07	2007/08

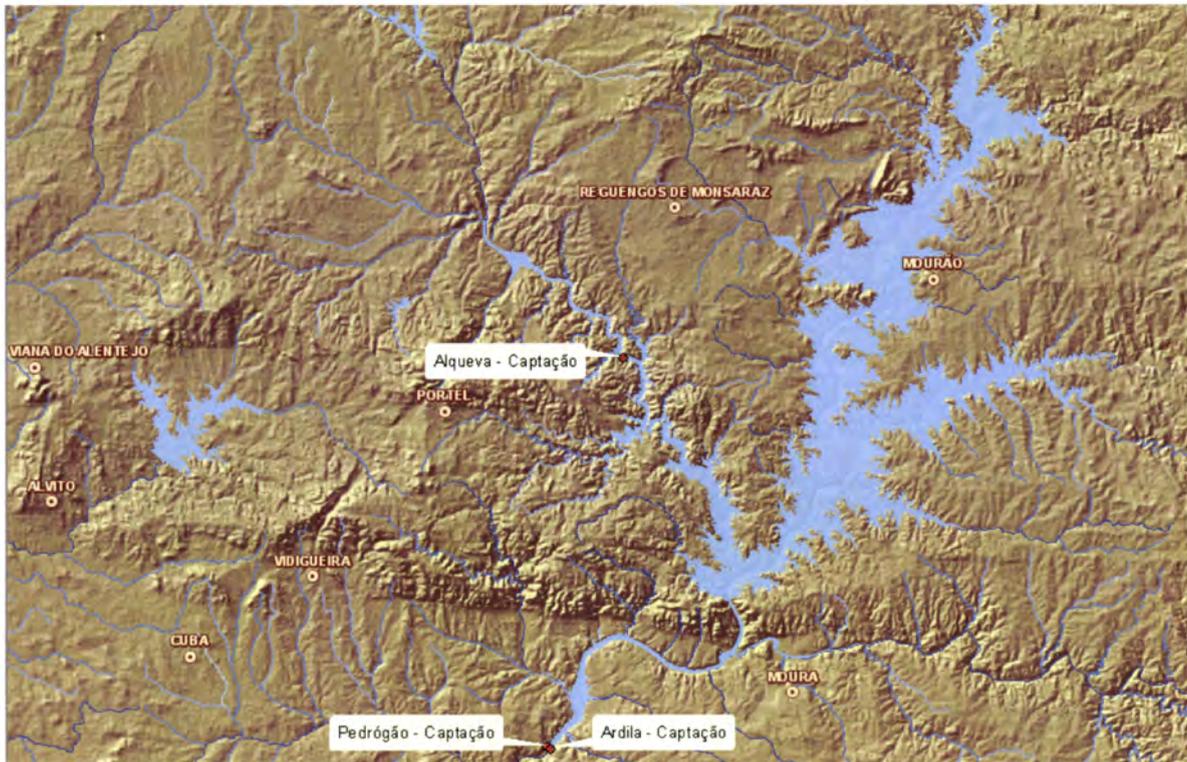


Figura 11: Localização das estações de amostragem

5.3 Metodologias de amostragem

O “Programa de Monitorização da Qualidade da Água das Albufeiras de Alqueva e Pedrógão” implementado pela EDIA S.A. e assegurado pelo Laboratório da Água da Universidade de Évora desde o início do enchimento da albufeira de Alqueva, tem vindo a ser adaptado ao longo do tempo de forma a acompanhar a evolução do próprio Sistema. Actualmente, procede-se à monitorização mensal em doze locais, dez deles com amostragem a três níveis de profundidade, e à determinação de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e fitoplactónicos. Em cada local de amostragem são efectuadas medições *in loco*, com equipamento apropriado, de parâmetros físico-químicos (oxigénio dissolvido, percentagem de saturação do oxigénio dissolvido, temperatura, pH, potencial redox, condutividade e turbidez) e colhidas amostras de água para posterior análise em laboratório.

Em termos de metodologia de campo, em cada local, antes de se procederem às medições e às colheitas de amostras de água, são registados na ficha de campo, para além da data e da hora, informações relativas à colheita, tais como: observação visual da água, condições climáticas e outras observações. Procede-se, igualmente, à medição da profundidade total e da profundidade do disco de Secchi. São realizados perfis, com medições de aproximadamente dois em dois metros, dos seguintes parâmetros: oxigénio dissolvido; percentagem de saturação do oxigénio dissolvido; temperatura da água; pH; potencial redox, condutividade e turbidez. Estes parâmetros são medidos *in situ* com recurso a uma sonda multiparamétrica devidamente calibrada. Para a análise dos restantes parâmetros físico-químicos são colhidas amostras de água a diferentes níveis de profundidade (superfície, meio e fundo). As amostras de profundidade são recolhidas com uma garrafa de Van Dorn. Em cada nível de profundidade é recolhido um volume de 2L de água, devidamente armazenado em frasco de plástico. Para a análise bacteriológica é recolhido, à superfície, um volume de 1,5L de água, utilizando-se frascos esterilizados em condições de assepsia. Após a colheita de água, os frascos são acondicionados em malas térmicas com temperatura entre 0 e 4°C.

Em termos de metodologia analítica, no Quadro 7 apresentam-se os parâmetros físico-químicos e fitoplantónicos determinados em laboratório e respectivo método de análise. As análises foram efectuadas no Laboratório da Água da Universidade de Évora.

Quadro 7: Parâmetros Físico – Químicos, Microbiológicos e Fitoplanctônicos analisados em laboratório

Nitratos	SMEWW 4500 – NO ₃ E
Nitritos	SMEWW 4500 – NO ₂ B
Azoto Total	(Soma das concentrações dos compostos especificados)
Azoto Amoniacal	Método do Azul de Indofenol, Rodier (1998)
Azoto Kjeldahl	PAI-DK01, EPA (1995)
Fósforo Total	(Soma das concentrações dos compostos especificados)
Fósforo Reactivo Dissolvido	SMEWW 4500 – P E
CQO	SMEWW 5220 C
CBO₅	SMEWW 5210 D
Carbono Orgânico Total	SMEWW 5310 D
Oxidabilidade	ISO 8467
Ferro	SMEWW 3500 – Fe B
Manganês	SMEWW 3500 – Mn B
Sólidos Dissolvidos Totais	Potenciometria Directa
Sólidos Suspensos Totais	SMEWW 2540 D
Cálcio	SMEWW 3500 – Ca B
Cloretos	SMEWW 4500 – Cl B
Magnésio	SMEWW 3500 – Mg B
Sódio	SMEWW 3500 – Na B
Dureza	SMEWW 2340 C
Alcalinidade	SMEWW 2320 B
Coliformes Fecais	ISO 9308 -1 : 2000 mod.
Coliformes Totais	ISO 9308 -1 : 2000 mod.
Clorofila <i>a</i>	Lorenzen (1967)

5.4 Metodologias de tratamento de dados

Para cada estação analisada foi criado um ficheiro Excel no qual se ordenaram, por ano hidrológico, os dados disponíveis para o período de estudo: anos hidrológicos de 2002/2003 a 2007/2008. No mesmo ficheiro foram ainda criadas por critério outras duas folhas de cálculo, uma para verificação da conformidade por parâmetro e outra para resumo dos resultados finais obtidos por ano hidrológico, assim como o resultado do cumprimento ou não da frequência mínima de amostragem em cada um deles e por parâmetro.

No âmbito da análise efectuada à evolução histórica da qualidade da água na captação dos Álamos (Estação de Monitorização Alqueva–Captação) e para melhor compreensão das tendências observadas, os valores absolutos e relativos, fundamentais no tratamento e na interpretação dos resultados obtidos, bem como na detecção de padrões de variação, foram representados graficamente. Foram, ainda, estudadas medidas estatísticas descritivas gerais.

5.5 Metodologia de avaliação da qualidade da água para o uso rega

A qualidade da água para rega captada a partir da albufeira de Alqueva foi analisada através de uma estação de monitorização:

- Alqueva – Captação, ponto de amostragem junto à captação de água para o subsistema Alqueva.

A qualidade da água para rega captada a partir da albufeira de Pedrógão foi analisada através de duas estações de monitorização:

- Ardila – Captação, ponto de amostragem junto à captação de água para o subsistema Ardila;

- Pedrógão – Captação, ponto de amostragem junto à captação de água para o subsistema Pedrógão.

Na avaliação da qualidade da água apenas foram considerados os dados de superfície tendo em conta que é, geralmente, a este nível que se faz a captação de água.

As recolhas de amostras de água foram efectuadas mensalmente desde o ano hidrológico 2002/2003 até ao ano hidrológico 2007/2008. De referir que para a albufeira de Pedrógão a monitorização das captações de água para o subsistema Ardila e para o subsistema Pedrógão tiveram o seu início no ano hidrológico de 2007/2008, pelo facto de ambos os subsistemas ainda se encontrarem ou em fase de projecto ou construção, ao nível da implementação das infra-estruturas e/ou dos blocos de rega associados.

A avaliação da qualidade da água para o uso rega teve por base os critérios definidos nos Termos de Referência relativos à Legislação Nacional, concretamente no Decreto-Lei n° 236/98 de 1 de Agosto de 1998. Entende-se por *água de rega* água superficial ou subterrânea ou água residual, que vise satisfazer ou complementar as necessidades hídricas das culturas agrícolas ou florestais.

No que respeita à avaliação dos critérios estabelecidos na legislação para o uso da água para rega foi verificada, respectivamente, a conformidade de acordo com o Artigos 61° do Decreto Lei 236/98 de 1 de Agosto de 1998. O Quadro 8 resume as regras seguidas para a análise da conformidade de acordo com o referido diploma. Os critérios e normas de qualidade das águas de rega visam proteger a saúde pública, a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, as culturas que podem ser afectadas pela má qualidade das águas de rega e os solos cuja aptidão para a agricultura pode ser degradada pelo uso sistemático de águas de rega de má qualidade.

Quadro 8: Verificação da conformidade dos parâmetros adoptados para classificação da qualidade da água relativamente ao uso de rega de acordo com o DL 236/98.

Artigo	Tipo de uso	Verificação de conformidade
61	Rega	<p>“1 – Compete à DRA, em colaboração com a DRAg e outras entidades com competências na gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas, e de acordo com um plano previamente definido, efectuar a determinação da qualidade das águas de rega com vista à verificação da sua conformidade (...), utilizando os métodos de referência mínima de amostragem indicados no anexo XVII.</p> <p>2 – As águas de rega são consideradas em conformidade com a norma de qualidade se para a totalidade das amostras os valores dos parâmetros determinados respeitarem os valores fixados na norma. (...)”</p>

No Quadro 9 apresentam-se os valores máximos recomendáveis e/ou admissíveis bem como a frequência mínima de amostragem dos parâmetros adoptados para verificação da conformidade.

Quadro 9: Normas de qualidade da água para rega constantes nos Anexos XVI e XVII do DL 236/98.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Recomendável (VMR)	Valor Admissível (VA)	Frequência de amostragem
Alumínio	mg/l	5	20	(1)
Arsénio	mg/l	0.10	10	(1)
Bário	mg/l	1.0	-	(1)
Berílio	mg/l	0.5	1.0	(1)
Boro	mg/l	0.3	3.75	(1)
Cádmio	mg/l	0.01	0.05	(1)
Chumbo	mg/l	5	20	(1)
Cloretos	mg/l	70	-	Semestral (2)
Cobalto	mg/l	0.05	10	(1)
Cobre	mg/l	0.20	5.0	(1)
Crómio	mg/l	0.10	20	(1)
Estanho	mg/l	2.0	-	(1)
Ferro	mg/l	5.0	-	(1)
Fluór	mg/l	1.0	15	(1)
Lítio	mg/l	2.5	5.8	(1)
Manganês	mg/l	0.2	10	(1)
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05	(1)
Níquel	mg/l	0.5	2.0	(1)
Nitratos	mg/l	50	-	(1)
Salinidade CE	dS/m	1	-	Semestral (2)
SAR	-	8	-	Semestral (2)
Selénio	mg/l	0.02	0.05	(1)
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	(1)
Sulfatos	mg/l	575	-	(1)
Vanádio	mg/l	0.1	1.0	(1)
Zinco	mg/l	2.0	10.0	(1)
pH	Escala de Sorensen	6,5-8,4	4,5-9,0	Semestral (2)
Coliformes fecais	/100ml	100	-	(1)
Ovos de parasitas intestinais	NI	-	1	(1)

(1) As águas doces para rega não apresentam normalmente teores elevados deste elemento, pelo que se recomenda uma análise de despistagem. Sempre que haja degradação da água de rega, devem as DRA, com base na fonte poluidora, definir a frequência de amostragem, após parecer das DRAg.

(2) Quando, em dois anos consecutivos, os resultados analíticos forem inferiores ou iguais ao valor máximo recomendado (VMR) e não se verificar nenhum fenómeno susceptível de provocar uma degradação da qualidade da água, recomenda-se como frequência mínima de amostragem uma vez por ano (durante o período de rega). No entanto, as DRA podem definir outra frequência de amostragem, após parecer da DRAg.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos capítulos seguintes apresentam-se os resultados obtidos no âmbito deste estudo. É efectuada a classificação da qualidade da água para o uso rega, são identificados os principais parâmetros que afectam a qualidade da água para o uso rega, é caracterizada a evolução histórica da qualidade da água na Captação dos Álamos (através da estação de monitorização da qualidade da água de Alqueva–Captação).

Na discussão dos resultados, são apresentados gráficos relativos à variabilidade e evolução dos descritores de qualidade da água considerados para a caracterização da qualidade da água na Captação dos Álamos. A análise dos resultados foi efectuada com recurso a medidas estatísticas descritivas, o que permite fundamentar as tendências observadas.

6.1 Classificação da qualidade da água para o uso rega

Nos quadros seguintes, designadamente do Quadro 10 ao Quadro 17, apresentam-se as classificações mensais obtidas por local resultantes das análises às amostras de água recolhida, em termos de qualidade da água para o uso rega. A classificação foi efectuada de acordo com a norma de qualidade estabelecida no Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto, tendo em consideração o Valor Máximo Admissível - VMA, valor de norma de qualidade que não deverá ser ultrapassado, e o Valor Máximo Recomendado - VMR, valor de norma de qualidade que, de preferência, deve ser respeitado e não excedido.

Quadro 10: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2002/2003

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2002/2003												
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Alumínio	mg/l	5	20													
Arsénio	mg/l	0.10	10													
Bário	mg/l	1.0	-													
Berílio	mg/l	0.5	1.0													
Boro	mg/l	0.3	3.75	0.20	0.07	0.07	0.07	0.07	0.29	0.37	0.30					
Cádmio	mg/l	0.01	0.05													
Chumbo	mg/l	5	20													
Cloretos	mg/l	70	-	57.0	62.5	72.0	43.6	34.2	35.7	40.2	59.0		48.0		49.0	
Cobalto	mg/l	0.05	10													
Cobre	mg/l	0.20	5.0													
Crómio	mg/l	0.10	20													
Estanho	mg/l	2.0	-													
Ferro	mg/l	5.0	-						0.082							
Flúor	mg/l	1.0	15													
Lítio	mg/l	2.5	5.8													
Manganês	mg/l	0.2	10						0.017							
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05													
Níquel	mg/l	0.5	2.0													
Nitratos	mg/l	50	-	3.00	5.70	5.70	5.70	6.00	12.00	26.00	4.00	9.00	4.00	11.00	4.00	
Salinidade CE	uS/cm	1000		494	590	700	375	340	336	391	424	456	457	467	461	
SAR	meq/l	8	-													
Selénio	mg/l	0.02	0.05													
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	21.0	20.0	39.0	51.0	59.0	14.0	3.5	8.0	3.5	7.0	3.0	3.5	
Sulfatos	mg/l	575														
Vanádio	mg/l	0.1	1.0													
Zinco	mg/l	2.0	10.0													
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0		7.6	8.3	7.8	7.5	7.7	7.4	8.3	7.4	7.8	7.9	7.3	
Coliformes fecais	/100ml	100	-	540000	140000	100000	1000000	36000	23000	130000	1000000	200000	20000	1000000	100000	
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1													

> Valor Máximo Admissível
Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado
< Valor Máximo Recomendado

Quadro 11: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2003/2004

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2003/2004												
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Alumínio	mg/l	5	20													
Arsénio	mg/l	0.10	10													
Bário	mg/l	1.0	-													
Berílio	mg/l	0.5	1.0													
Boro	mg/l	0.3	3.75			0.55										
Cádmio	mg/l	0.01	0.05													
Chumbo	mg/l	5	20													
Cloretos	mg/l	70	-		68.0		48.0		45.0		50.0		47.0		52.0	
Cobalto	mg/l	0.05	10													
Cobre	mg/l	0.20	5.0													
Crômio	mg/l	0.10	20													
Estanho	mg/l	2.0	-													
Ferro	mg/l	5.0	-													
Flúor	mg/l	1.0	15													
Lítio	mg/l	2.5	5.8													
Manganês	mg/l	0.2	10													
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05													
Níquel	mg/l	0.5	2.0													
Nitratos	mg/l	50	-	4.00	5.00	5.00	0.60	2.66	15.06	4.43	19.49	28.35	0.44	1.33	1.77	
Salinidade CE	uS/cm	1000		464	449	438	423	412	434	422	457	465	435	472	482	
SAR	meq/l	8	-													
Selénio	mg/l	0.02	0.05													
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	6.0	15.5	5.0	3.0	4.0	11.0	4.5	11.0	3.5	18.0	17.5	13.5	
Sulfatos	mg/l	575														
Vanádio	mg/l	0.1	1.0													
Zinco	mg/l	2.0	10.0													
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	7.2	7.3	7.2	7.0	7.6	7.4	8.7	7.8	8.5	8.3	8.2	8.1	
Coliformes fecais	/100ml	100	-	10000	50000	80000	10000	30000	18000	2000	100000	300000	70000	100000	800000	
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1													

> Valor Máximo Admissível
Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado
< Valor Máximo Recomendado

Quadro 12: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2004/2005

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2004/2005												
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Alumínio	mg/l	5	20									0.020	0.016	0.015	0.020	0.045
Arsénio	mg/l	0.10	10									0.002	0.002	0.002	0.004	0.002
Bário	mg/l	1.0	-									0.030	0.027	0.033	0.029	0.031
Berílio	mg/l	0.5	1.0									0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Boro	mg/l	0.3	3.75			0.09						0.28	0.05	0.08	0.05	0.05
Cádmio	mg/l	0.01	0.05									0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Chumbo	mg/l	5	20									0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cloretos	mg/l	70	-		49.0		49.0		49.0			53.0	53.0	57.0	53.0	54.0
Cobalto	mg/l	0.05	10									0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cobre	mg/l	0.20	5.0									0.002	0.002	0.004	0.001	0.002
Crómio	mg/l	0.10	20									0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Estanho	mg/l	2.0	-													
Ferro	mg/l	5.0	-									0.048	0.020	0.006	0.017	0.005
Flúor	mg/l	1.0	15									1.2	0.2	0.6	0.2	0.3
Lítio	mg/l	2.5	5.8									0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Manganês	mg/l	0.2	10									0.006	0.023	0.019	0.006	0.022
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05									0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.5	2.0									0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Nitratos	mg/l	50	-	0.44	0.89	0.84	0.93	1.37	2.21	1.28		0.66	0.09	0.09	0.62	0.09
Salinidade CE	uS/cm	1000		462	450	448	476	472	472	460		480	477	487	499	502
SAR	meq/l	8	-													
Selénio	mg/l	0.02	0.05									0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	7.5	15.0	4.0	1.0	2.5	2.0	2.0		4.5	2.5	28.5	9.0	5.0
Sulfatos	mg/l	575										30	16	35	40	58
Vanádio	mg/l	0.1	1.0									0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Zinco	mg/l	2.0	10.0									0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	7.1	7.3	7.5	7.7	7.0	7.8	8.6		8.4	8.5	8.3	8.1	7.6
Coliformes fecais	/100ml	100	-	160000	200000	300000	1000	2000	7000	10000		800	900	100	100	600
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1													

> Valor Máximo Admissível
Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado
< Valor Máximo Recomendado

Quadro 13: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2005/2006

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2005/2006											
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Alumínio	mg/l	5	20	0.028	0.020	0.020	0.020	0.012	0.012	0.012	0.036	0.012	0.012	0.012	0.049
Arsénio	mg/l	0.10	10	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.005	0.002	0.010	0.005	0.002	0.010	0.002
Bário	mg/l	1.0	-	0.029	0.034	0.035	0.050	0.030	0.031	0.037	0.025	0.030	0.031	0.034	0.031
Berílio	mg/l	0.5	1.0	0.002	0.002	0.002	0.050	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Boro	mg/l	0.3	3.75	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cádmio	mg/l	0.01	0.05	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0010	0.0005	0.0020	0.0010	0.0005	0.0020	0.0005
Chumbo	mg/l	5	20	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.010	0.005	0.001	0.010	0.001
Cloretos	mg/l	70	-	52.0	53.0	46.0	50.0	48.0	51.0	120.0	54.0	49.0	46.0	60.0	60.0
Cobalto	mg/l	0.05	10	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cobre	mg/l	0.20	5.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.010	0.005	0.002	0.010	0.002
Crómio	mg/l	0.10	20	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Estanho	mg/l	2.0	-								0.01		0.01	0.01	0.01
Ferro	mg/l	5.0	-	0.002	0.026	0.081	0.021	0.019	0.019	0.120	0.056	0.019	0.056	0.110	0.056
Flúor	mg/l	1.0	15	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
Lítio	mg/l	2.5	5.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Manganês	mg/l	0.2	10	0.006	0.006	0.019	0.006	0.006	0.021	0.087	0.020	0.021	0.019	0.027	0.106
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.5	2.0	0.002	0.044	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.010	0.005	0.002	0.010	0.002
Nitratos	mg/l	50	-	0.40	1.90	1.77	17.14	23.96	1.11	6.16	0.22	0.49	0.53	0.18	0.13
Salinidade CE	uS/cm	1000		509	492	442	447	462	479		437	485	508	510	510
SAR	meq/l	8	-												
Selénio	mg/l	0.02	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.010	0.001	0.010	0.005	0.001	0.010	0.001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	1.0	7.5	28.0	19.0	24.0	3.8	12.5	10.0	4.6	4.2	7.5	2.3
Sulfatos	mg/l	575		30	43	31	34	19	41	93	16	32	30	76	22
Vanádio	mg/l	0.1	1.0	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Zinco	mg/l	2.0	10.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	7.8	7.8	7.4	7.7	7.8	8.1		8.8	8.6	7.9	7.8	8.2
Coliformes fecais	/100ml	100	-	100	0	0	6	0	0	14	0	190	0	0	8900
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1												

> Valor Máximo Admissível Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado < Valor Máximo Recomendado

Quadro 14: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2006/2007

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2006/2007											
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Alumínio	mg/l	5	20	0,012	0,020	0,060	0,036	0,036	0,500	0,007	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Arsénio	mg/l	0,10	10	0,001	0,003	0,010	0,003	0,010	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Bário	mg/l	1,0	-	0,036	0,046	0,037	0,035	0,034	0,033	0,027	0,024	0,032	0,030	0,031	0,033
Berílio	mg/l	0,5	1,0	0,050	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002
Boro	mg/l	0,3	3,75	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cádmio	mg/l	0,01	0,05	0,0005	0,0005	0,0020	0,0005	0,0100	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Chumbo	mg/l	5	20	0,001	0,001	0,010	0,001	0,010	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cloretos	mg/l	70	-	60,0	35,0	41,0	26,5	46,5	44,0	54,0	55,0	60,0	57,0	52,0	60,0
Cobalto	mg/l	0,05	10	0,005	0,005	0,011	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,002	0,005	0,005
Cobre	mg/l	0,20	5,0	0,002	0,002	0,010	0,002	0,010	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Crómio	mg/l	0,10	20	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Estanho	mg/l	2,0	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ferro	mg/l	5,0	-	0,019	0,201	0,202	0,056	0,056	0,050	0,102	0,065	0,050	0,050	0,050	0,050
Flúor	mg/l	1,0	15	0,1	0,6	0,6	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9
Lítio	mg/l	2,5	5,8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01
Manganês	mg/l	0,2	10	0,020	0,291	0,192	0,020	0,041	0,041	0,045	0,034	0,034	0,034	0,018	0,018
Molibdénio	mg/l	0,005	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Níquel	mg/l	0,5	2,0	0,002	0,002	0,010	0,002	0,010	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Nitratos	mg/l	50	-	7,31	3,85	7,17	0,30	4,92	1,59	2,17	0,13	0,24	0,35	0,33	0,13
Salinidade CE	uS/cm	1000		515	354	367	379	430	415	446	476	487	500	507	502
SAR	meq/l	8	-									1,00	1,09	1,07	1,23
Selénio	mg/l	0,02	0,05	0,001	0,001	0,010	0,001	0,010	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	2,7	4,0	11,0	4,6	3,2	5,0	1,4	2,4	1,2	4,4	4,9	2,1
Sulfatos	mg/l	575		75	53	36	38	39	28	58	62	52	36	15	25
Vanádio	mg/l	0,1	1,0	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Zinco	mg/l	2,0	10,0	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	8,3	7,2	7,7	7,5	7,1	8,2	8,1	8,1	8,3	8,0	7,6	8,4
Coliformes fecais	/100ml	100	-	0	500	500	0	0	130	300	0	0	22000	1180	80
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0

> Valor Máximo Admissível Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado < Valor Máximo Recomendado

Quadro 15: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Alqueva-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008											
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Alumínio	mg/l	5	20	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110		0.110	0.110	0.110	0.110	0.095	0.095
Arsénio	mg/l	0.10	10	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Bário	mg/l	1.0	-	0.029	0.032	0.033	0.033	0.034		0.032	0.032	0.031	0.036	0.034	0.035
Berílio	mg/l	0.5	1.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Boro	mg/l	0.3	3.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.22
Cádmio	mg/l	0.01	0.05	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Chumbo	mg/l	5	20	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cloretos	mg/l	70	-	63.0	54.0	63.1	51.0	50.3		53.0	51.0	57.0	60.0	59.0	55.0
Cobalto	mg/l	0.05	10	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cobre	mg/l	0.20	5.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Crómio	mg/l	0.10	20	0.005	0.002	0.005	0.005	0.005		0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Estanho	mg/l	2.0	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ferro	mg/l	5.0	-	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.111	0.065	0.204	0.145	0.379	0.080
Flúor	mg/l	1.0	15	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.2	0.2	0.4	0.5
Lítio	mg/l	2.5	5.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Manganês	mg/l	0.2	10	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.055	0.055	0.055	0.125	0.123	0.055	0.055
Molibdénio	mg/l	0.005	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.5	2.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
Nitratos	mg/l	50	-	0.13	0.45	0.24	0.63	0.71	4.03	0.36	0.18	0.15	1.77	0.13	0.13
Salinidade CE	uS/cm	1000		515	533	501	502	489	484	493	496	510	513	518	527
SAR	meq/l	8	-		1.09	0.24	1.54	0.87		1.60	2.40	1.40	1.60	1.80	1.30
Selénio	mg/l	0.02	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	2.4	35.0	20.0	1.5	1.8	2.1	1.7	4.2	61.0	3.5	0.6	0.4
Sulfatos	mg/l	575		27	21	27	41	27		27	40	63	36	43	38
Vanádio	mg/l	0.1	1.0	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Zinco	mg/l	2.0	10.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	8.0	8.1	7.7	8.0	8.1	8.0	7.9	8.0	8.6	7.9	8.0	8.0
Coliformes fecais	/100ml	100	-	1000	0	1000	0	30	0	0	0	2000	0	300	3000
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

> Valor Máximo Admissível Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado < Valor Máximo Recomendado

Quadro 16: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Ardila-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Ardila-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008												
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Alumínio	mg/l	5	20	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.095	0.095
Arsênio	mg/l	0.10	10	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004
Bário	mg/l	1.0	-	0.037	0.034	0.040	0.042	0.041	0.036	0.037	0.036	0.044	0.044	0.040	0.031	
Berílio	mg/l	0.5	1.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Boro	mg/l	0.3	3.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.22
Cádmio	mg/l	0.01	0.05	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Chumbo	mg/l	5	20	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cloretos	mg/l	70	-	60.0	53.0	52.9	58.0	51.0	55.0	54.0	53.0	53.0	58.0	57.0	53.0	
Cobalto	mg/l	0.05	10	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cobre	mg/l	0.20	5.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Crômio	mg/l	0.10	20	0.005	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Estanho	mg/l	2.0	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ferro	mg/l	5.0	-	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.075	0.260	0.142	0.412	0.646	1.684	0.080	
Flúor	mg/l	1.0	15	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Lítio	mg/l	2.5	5.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Manganês	mg/l	0.2	10	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.055	0.580	0.055	0.203	0.163	0.066	0.055	
Molibdênio	mg/l	0.005	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.5	2.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.001	0.002	0.002	0.002
Nitratos	mg/l	50	-	0.81	0.13	0.51	1.44	0.23	1.28	0.70	0.78	0.75	7.86	0.13	0.13	
Salinidade CE	uS/cm	1000		480	503	492	490	494	482	506	504	506	518	526	527	
SAR	meq/l	8	-		1.21	1.32	1.44	0.73	1.60	1.40	2.90	1.50	1.70	1.80	1.20	
Selênio	mg/l	0.02	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	0.9	31.0	2.6	7.3	8.6	2.7	4.2	3.3	3.6	5.0	4.9	9.5	
Sulfatos	mg/l	575		65	13	27	13	32	30	27	31	36	40	37	30	
Vanádio	mg/l	0.1	1.0	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Zinco	mg/l	2.0	10.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	8.4	8.0	8.2	7.9	8.9	8.8	8.4	7.8	8.5	8.2	8.3	8.0	
Coliformes fecais	/100ml	100	-	1500	0	0	0	160	20	0	0	0	400	20	0	
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

> Valor Máximo Admissível Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado < Valor Máximo Recomendado

Quadro 17: Classificação mensal obtida segundo a norma de qualidade do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 para Pedrógão-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008

Parâmetros	Unidades	VMR	VMA	Pedrógão-Captação - Ano Hidrológico 2007/2008												
				Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Alumínio	mg/l	5	20	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.095	0.095
Arsênio	mg/l	0.10	10	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004
Bário	mg/l	1.0	-	0.037	0.036	0.045	0.042	0.043	0.036	0.039	0.037	0.043	0.047	0.005	0.030	0.030
Berílio	mg/l	0.5	1.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Boro	mg/l	0.3	3.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.22
Cádmio	mg/l	0.01	0.05	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Chumbo	mg/l	5	20	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cloretos	mg/l	70	-	55.0	58.0	55.4	53.0	52.0	57.0	53.0	54.0	53.0	56.0	60.0	53.0	53.0
Cobalto	mg/l	0.05	10	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cobre	mg/l	0.20	5.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Crômio	mg/l	0.10	20	0.005	0.002	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Estanho	mg/l	2.0	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ferro	mg/l	5.0	-	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.144	0.151	0.190	0.418	0.065	0.080	0.080
Flúor	mg/l	1.0	15	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Lítio	mg/l	2.5	5.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Manganês	mg/l	0.2	10	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.055	0.384	0.055	0.617	0.204	0.055	0.055	0.055
Molibdênio	mg/l	0.005	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/l	0.5	2.0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002
Nitratos	mg/l	50	-	1.92	0.13	0.38	1.41	0.13	0.71	0.59	0.48	1.68	1.34	0.13	0.13	0.13
Salinidade CE	uS/cm	1000		482	498	486	499	496	484	504	505	513	522	524	511	511
SAR	meq/l	8	-		1.18	1.37	1.38	0.72	1.50	1.40	2.60	1.40	1.60	1.90	1.20	1.20
Selênio	mg/l	0.02	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/l	60	-	82.0	30.0	2.7	1.7	8.5	4.7	3.7	6.4	3.1	4.6	8.8	6.3	6.3
Sulfatos	mg/l	575		27	17	26	21	29	30	27	39	43	45	46	41	41
Vanádio	mg/l	0.1	1.0	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Zinco	mg/l	2.0	10.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pH (escala de Sorensen)	-	6,5-8,4	4,5-9,0	8.2	7.8	7.9	8.0	9.0	8.8	8.3	8.0	8.5	8.3	8.4	7.6	7.6
Coliformes fecais	/100ml	100	-	4000	0	1000	0	20	0	0	0	400	400	0	12000	12000
Ovos de parasitas intestinais	N/l	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

> Valor Máximo Admissível Entre o Valor Máximo Admissível e o Valor Máximo Recomendado < Valor Máximo Recomendado

A comparação com os limites estabelecidos para a qualidade das águas destinados a rega permite afirmar que de modo geral a água apresenta muito boa aptidão para esse uso, nunca sendo ultrapassado nenhum valor máximo admissível apresentado na norma. Tendo em consideração o período de vida, ainda curto das albufeiras consideradas neste estudo.

Importa ainda referir que no que diz respeito ao parâmetro molibdénio os resultados são inconclusivos em matéria de verificação da conformidade.

Na generalidade das análises, o limite de quantificação laboratorial para este parâmetro foi de 0.01 mg/l, pelo que apenas se pode aferir que o valor se encontra abaixo do VMA (0.05 mg/l), sendo inconclusivo relativamente à comparação com o VMR (0.005 mg/l).

Por esta razão optou-se por excluir este parâmetro da verificação da conformidade. Por outro lado o parâmetro molibdénio não é tóxico em concentrações normais e tudo indica que o estará muito próximo, ou até mesmo seja inferior, ao valor máximo recomendado. Eventualmente em solos muito ricos em molibdénio livre, as forragens podem incorporar um teor mais elevado de molibdénio e ocasionar toxicidade nos animais que as ingerem.

No que diz respeito aos metais pesados, observando os resultados obtidos mensalmente para cada um dos parâmetros verifica-se que na generalidade das situações os valores encontram-se francamente inferiores aos valores máximos recomendados. Pontualmente 3 parâmetros apresentaram valores superiores ao máximo recomendado:

- Alqueva–Captação o parâmetro boro (meses de Abril e Maio de 2003), o parâmetro lítio (mês de Maio de 2005) e o parâmetro manganês (mês de Novembro de 2006) apresentam valor superior ao VMR;

- Ardila–Captação o parâmetro manganês (meses de Abril e Junho de 2008) apresenta valor superior ao VMR;
- Pedrógão–Captação o parâmetro manganês (meses de Abril, Junho e Julho de 2008) apresenta valor superior ao VMR.

Os coliformes fecais é o parâmetro que mais vezes se apresenta superior ao valor máximo recomendado. O principal risco para a saúde pública, reside na possível contaminação de solos e plantas regadas com água em que eventualmente estejam presentes microrganismos patogénicos, os quais poderão atingir o homem por contacto directo com as culturas ou pelo seu consumo, bem como, indirectamente pela ingestão de produtos provenientes dos animais consumidores primários.

Todavia, as amostragens reflectem um cenário estático no tempo, a resposta e a evolução das comunidades é extremamente dinâmica, pelo que deverá ainda ser considerado o decaimento de bactérias coliformes até ao ponto de entrega de água, tendo em conta os vários factores: diluição inicial, sedimentação, ressuspensão, temperatura da água, radiação solar, salinidade e predação.

6.2 Síntese dos principais parâmetros que afectam a qualidade da água para o uso rega

Na Figura 12 resumem-se os parâmetros que ocorrem em incumprimento, no conjunto dos critérios considerados na classificação da água para rega, para o período analisado neste estudo.

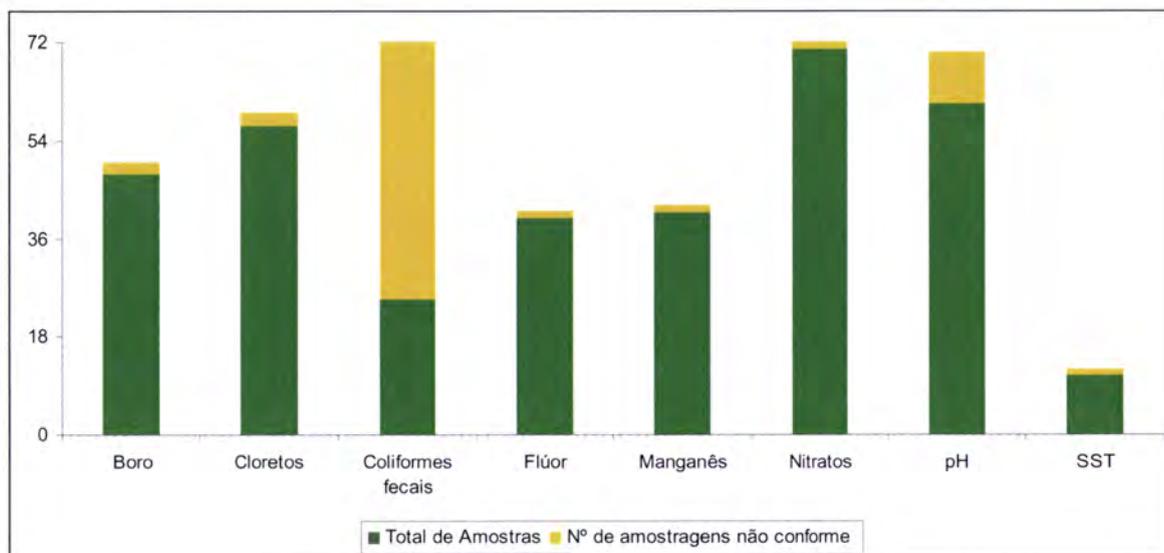


Figura 12: Parâmetros não conformes segundo a classificação da água para rega (Decreto.-Lei 236/98)

A análise da Figura 12 revela uma forte contaminação microbiológica, a presença de coliformes numa água é tomada como uma indicação de que possam existir microrganismos patogénicos. Ao contrário, a não existência de coliformes é tomada como uma indicação de que uma água não contém microrganismos patogénicos.

As densidades de unidades formadoras de colónias (UFC) de coliformes fecais foram elevadas na generalidade das amostragens efectuadas, quer em termos de mediana quer em termos de valores máximos registados, as contaminações microbiológicas evidenciam proporções preocupantes.

Todavia, no que se refere à utilização da água para o uso rega o Decreto-Lei nº 236/98 não define um valor máximo admissível, apenas define um valor máximo recomendado de 100 UFC/100ml, pelo que os valores observados não parecem constituir, para já, um grave problema na utilização da água para o uso rega, tendo em consideração a taxa de decaimento dos coliformes fecais, bem como as respectivas variações temporais de concentração de coliformes fecais.

Uma vez descarregados no meio aquático, os coliformes fecais apresentam um decaimento natural. A taxa de decaimento depende de factores ambientais, como a

salinidade, a temperatura, a intensidade da luz e a taxa de sedimentação, para além da mortalidade natural (Chapra, 1997). O valor desta taxa em meio natural apresenta uma variabilidade muito extensa, existindo registos de valores situados entre 0 e 100 dia⁻¹ (Thomann e Mueller, 1987).

No entanto, a contaminação microbiológica da água no Sistema Alqueva – Pedrógão limita fortemente os usos recreativos e a sua utilização para consumo humano e animal. Recorde-se que a directiva 76/160/CE relativa às águas balneares, adoptada a nível nacional, estabelece um valor máximo admissível de 10 000 UFC/100 mL de coliformes totais e de 2 000 UFC/100 mL de coliformes fecais, valores frequentemente ultrapassados. Contudo, essa tendência tem vindo a ser contrariada a partir de Novembro de 2005, tendo sido observados valores tendencialmente inferiores a estes limites o que aponta para uma melhoria significativa da qualidade da água.

Qualquer intervenção passa por um forte controlo das fontes de poluição pontual existentes na bacia de drenagem através da melhoria ou da implementação de sistemas de tratamento. O primeiro passo será a identificação dos pontos de poluição, para depois se proceder à monitorização do seu impacte na qualidade da água, definindo-se assim aqueles que necessitam de atenção urgente.

No que diz respeito ao parâmetro pH, dos valores registados nunca se verificaram valores superiores ao valor máximo admissível definido no referido diploma, contudo pontualmente foram registados valores superiores ao máximo recomendado (8,5 escala de Sorensen) no local Alqueva-Captação em Abril de 2004, Abril de 2005, nos meses de Maio a Junho de 2006 e Junho de 2008, respectivamente de 8,7; 8,6;8,8;8,6 e 8;6.

Relativamente aos restantes parâmetros que apresentaram não conformidade (Quadro 18), verifica-se que não há nem um comportamento cíclico nem sazonal na não conformidade dos mesmos, pelo que parece evidenciar uma qualidade adequada da água para o uso rega conforme o disposto no já mencionado Decreto-Lei.

Quadro 18: Parâmetros não conformes, segundo o DL 236/98 para o uso rega, no período em análise.

Ano Hidrológico	Parâmetros não conformes							
	Boro	Cloretos	Manganês	CF (1)	Flúor	Nitratos	pH	SST
2002/03	x	X		x				
2003/04	x			x			x	
2004/05				x	x		x	
2005/06		X		x				
2006/07			x	x				
2007/08			x	x		x	x	x

No Quadro 19 resume-se por cada local amostrado, no âmbito deste estudo, os principais parâmetros que afectaram a qualidade da água para o uso rega.

Quadro 19: Síntese dos parâmetros que afectaram a qualidade da água para o uso rega.

Parâmetros não conformes		
Alqueva–Captação	Pedrógão–Captação	Ardila–Captação
Boro; Cloretos; Coliformes Fecais		
Boro; pH; Coliformes Fecais		
Flúor; pH; Coliformes Fecais		
Cloretos; pH; Coliformes Fecais		
Manganês; pH; Coliformes Fecais		
Nitratos; SST; pH; Coliformes Fecais	Manganês; SST; pH; Coliformes Fecais	Manganês; pH; Coliformes Fecais

Refere-se que no que diz respeito às origens de água no interior da albufeira de Pedrógão a análise deve ser bastante mais cautelosa uma vez que só foi analisado um ano hidrológico.

6.3 Evolução histórica da qualidade da água na Captação dos Álamos

Seguidamente é efectuada uma análise temporal, com o objectivo de identificar e caracterizar a evolução da qualidade da água na Captação dos Álamos. Esta análise é efectuada com base nos dados recolhidos em Alqueva–Captação, local para o qual a série de dados é mais extensa (2002 a 2008).

6.3.1 Temperatura, Oxigénio Dissolvido e pH

Um dos aspectos determinantes do funcionamento dos sistemas de água doce é a variação sazonal da temperatura.

Na Figura 13 apresenta-se a evolução temporal da temperatura da água junto à superfície no local Alqueva – Captação. Uma análise anual da temperatura ao longo dos meses do ano indica que esta varia apenas sazonalmente, de acordo com o que seria de esperar para as características mediterrânicas da região.

Nas estações do ano com maior insolação o consumo de CO₂ pela fotossíntese na zona trofógena tende a aumentar o pH, o que explica os valores máximos atingidos na estação seca (Figura 14).

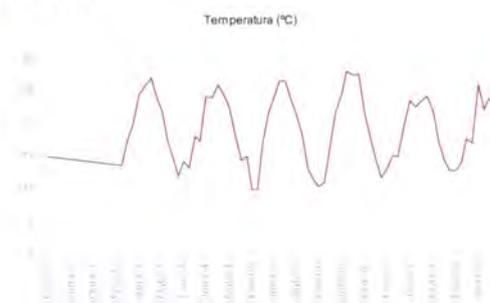


Figura 13: Evolução temporal da temperatura em Alqueva – Captação

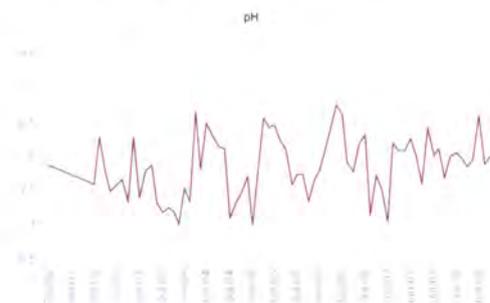


Figura 14: Evolução temporal do pH em Alqueva – Captação

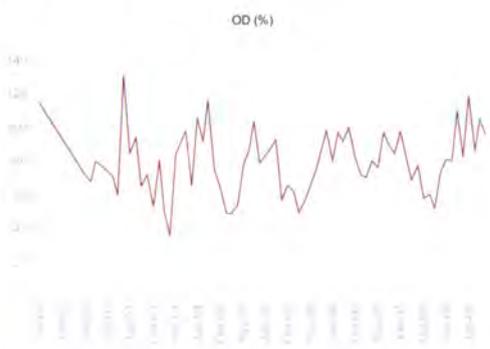


Figura 15: Evolução temporal do OD % em Alqueva – Captação

O regime anual da concentração de oxigénio dissolvido relaciona-se inversamente com as variações sazonais de temperatura da água, traduzindo-se na diminuição da solubilidade do gás com o aumento da temperatura da água no Verão (Figura 15). Em termos de coeficiente de correlação momentânea do produto Pearson para o conjunto de dados obteve-se um valor de -0,37 o que reflecte a extensão de relação linear entre dois conjuntos de dados e que está de acordo com o comportamento descrito anteriormente.

6.3.2 Condutividade, Dureza Total, Cloretos e Teor SAR

A Condutividade da água é uma medida inversamente proporcional à resistência da solução ao fluxo eléctrico. A resistência diminui quando aumenta o estado de ionização. Assim, quanto mais baixa for a salinidade da água, maior será a resistência ao fluxo eléctrico. A salinidade é controlada pelas contribuições iónicas provenientes da lixiviação do solo, da escorrência superficial, da precipitação e deposição atmosférica, e ainda pelo balanço entre evaporação e a precipitação.

Na Figura 16 apresenta-se a evolução temporal da condutividade. A oscilação é mais evidente no período inicial após o encerramento das comportas, devido à instabilidade presente em todo o Sistema, ou seja com a instabilidade que se verifica devido à passagem de um sistema lótico a lântico, traduzido num maior volume de água armazenado que potencia o efeito de diluição.

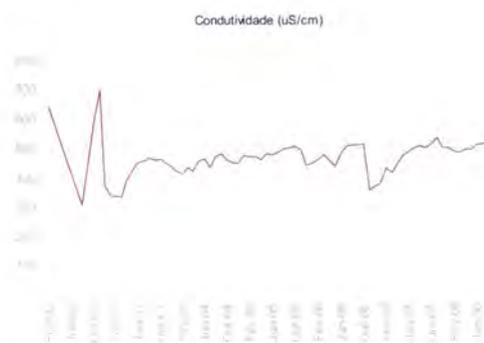


Figura 16: Evolução temporal da condutividade eléctrica em Alqueva – Captação

Decorrido um ano de funcionamento do sistema os valores tendem a estabilizar e verifica-se uma diminuição tendencial da condutividade. Esta diminuição relaciona-se

com o efeito de diluição provocado pelo enchimento da albufeira e com a alteração do regime hidrológico. A albufeira atenua os fenómenos hidrológicos extremos (cheias e secas), o que eventualmente se traduz numa melhoria aparente da qualidade físico-química da água.

A concentração total de iões alcalino terrosos na água é indicada pela dureza. Esta pode ser dividida em dois tipos: dureza permanente, provocada por sulfatos, fosfatos e outros sais de cálcio e magnésio; e a dureza temporária provocada pelos bicarbonatos de cálcio e magnésio (Chapman, 1996). A contribuição dos iões cálcio e magnésio é geralmente a mais elevada dado que a dureza total pode ser expressa como a soma das suas concentrações.

Na Figura 17 apresenta-se a evolução temporal da dureza da água. Verifica-se que os valores obtidos para a dureza total oscilam entre 134 mg/L (Percentil 25) e 174 mg/L (Percentil 75), ou seja, trata-se de águas “medianamente duras” a “duras”. O valor médio situa-se em $155,4 \pm 39,7$ mg/L.

No que respeita à evolução salienta-se a ligeira redução dos teores de dureza registada em Março de 2008.

Elevadas concentrações de cloretos provocam solubilização de metais pesados por formação de clorocomplexos aniónicos (formas solúveis de metais pesados) aumentando-se a poluição e a toxicidade para as plantas. Em Alqueva as concentrações de cloretos não adquirem concentrações que venham a limitar o uso da água para rega.



Figura 17: Evolução temporal da dureza total da água em Alqueva – Captação

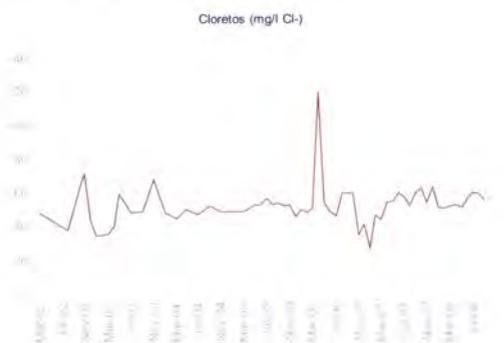


Figura 18: Evolução temporal da concentração de cloretos em Alqueva – Captação

O valor máximo de concentração de cloretos verificou-se no mês de Abril de 2006 (120 mg/L), os restantes valores situam-se abaixo dos 72 mg/L (Figura 18).

No que diz respeito à qualidade da água para rega, elevadas concentrações de sódio podem ter uma acção desfavorável aumentando a pressão osmótica do solo (pois este é um catião salinizante), o que dificulta a absorção de água e de nutrientes pelas plantas. Uma das formas de avaliar este efeito é através do cálculo da sodicidade. Esta está associada à possibilidade do sódio provocar o aparecimento de solos sódicos, isto é, com percentagem de Na^+ no complexo de troca superior a 15%, os quais apresentam vários inconvenientes para a fertilidade dos solos, sendo para além disso de difícil recuperação. A possibilidade de o Na^+ das águas de rega ir provocar sodicidade nos solos depende da relação entre o seu teor e o de outros catiões, em particular o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , sendo a sodicidade avaliada através de:

$$SAR = \frac{Na^+}{\left[\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2} \right]^{1/2}}$$

Na Figura 19 apresenta-se a evolução temporal do teor SAR, expresso em meq/L.

Considera-se crítico um teor de SAR superior a 10 meq/L. Em todos os locais de amostragem o SAR assumiu um valor médio de apenas $1,01 \text{ meq/L} \pm 0,79 \text{ meq/L}$.

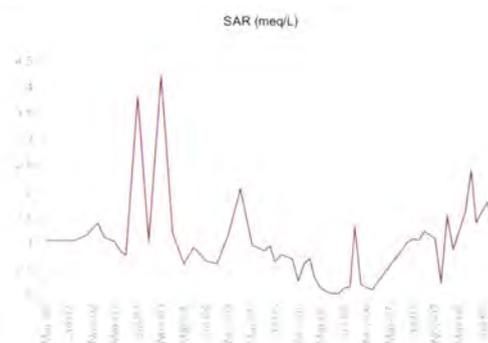


Figura 19: Evolução temporal do teor SAR em Alqueva – Captação

6.3.3 Azoto, Fósforo e Clorofila *a*

Um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos é o azoto. O azoto possui uma química complexa em virtude dos vários estágios que pode assumir devido à mudança do seu estado de oxidação.

A presença de azoto no meio aquático pode ter origem nas fontes naturais de azoto, tais como: chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctane, de esgotos domésticos e industriais e da drenagem de áreas fertilizadas. As formas em que o azoto se apresenta nos ambientes aquáticos podem ser: nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amónia (NH_3), ião amónio (NH_4), óxido nitroso (N_2O), azoto molecular (N_2), azoto orgânico dissolvido (aminas, aminoácidos etc) e azoto orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos).

As diferentes formas dos compostos de azoto encontradas no meio aquático podem ser utilizadas como indicadores da qualidade das águas. O azoto orgânico e a amónia estão associados a efluentes e águas recém poluídas.

Na Figura 20 apresenta-se a evolução temporal da concentração de nitratos no local Alqueva–Captação.

A análise à Figura 20 indica que se verificam concentrações inferiores ao limite máximo imposto pela legislação, 50 mg/L NO_3 (11,3 mg/L NO_3 -N).

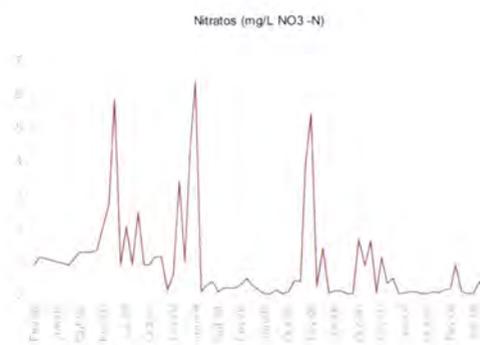


Figura 20: Evolução temporal da concentração de nitratos na água em Alqueva – Captação

Nas águas superiores oxigenadas da albufeira o nitrato tende a diminuir durante o Verão devido às taxas crescentes de assimilação pelo fitoplâncton. Os aumentos na concentração de nitratos à superfície no período húmido podem evidenciar os efeitos da nitrificação e da redução da sua assimilação, mas também evidenciam a sua entrada

proveniente da escorrência superficial. Os valores mais elevados verificados entre Outubro e Fevereiro de 2006 podem estar relacionados com o transporte acentuado efectuado pela escorrência superficial.

Todavia, da análise da evolução temporal regista-se um decréscimo tendencial das concentrações de nitratos, situando-se o valor médio da série temporal analisada em 0.9 ± 1.37 mg/L de NO_3 -N. O valor moda é 0.03 mg/L de NO_3 -N.

Os nitritos representam uma forma intermédia muito instável entre nitratos (forma oxidada) e azoto amoniacal (forma reduzida), razão pela qual surgem com concentrações muito reduzidas nos ecossistemas.

Os nitritos são um bom indicador da presença de fontes de poluição pontual de origem orgânica. Os valores máximos observados em Novembro de 2006 0,11 mg/L de NO_2 -N e Maio de 2007 0,17 mg/L de NO_2 -N, podem estar relacionados com a presença dessas fontes de poluição.

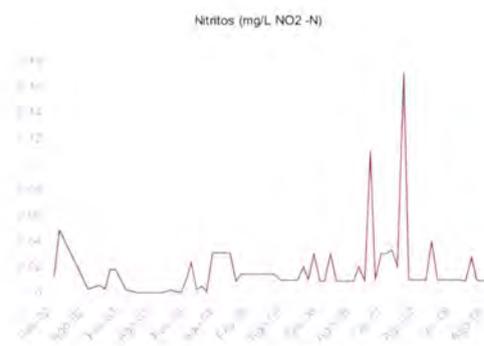


Figura 21: Evolução temporal da concentração de nitritos na água em Alqueva – Captação

No local Alqueva–Captação verifica-se um valor médio de 0.016 ± 0.024 mg/L de NO_2 -N.

A análise da evolução das concentrações de azoto amoniacal face ao histórico (Figura 22) revela a prevalência de baixos teores no local Alqueva–Captação. Salientam-se os máximos históricos registados em Dezembro de 2002 e Abril de 2004, respectivamente 1,32 e 0,98 mg/L de NH_4 -N.

Com o início do enchimento da albufeira de Alqueva, verifica-se uma tendência de diminuição na concentração de azoto amoniacal no local em estudo. O valor mediano observado para o período em análise é 0,05 mg/L de $\text{NH}_4\text{-N}$.

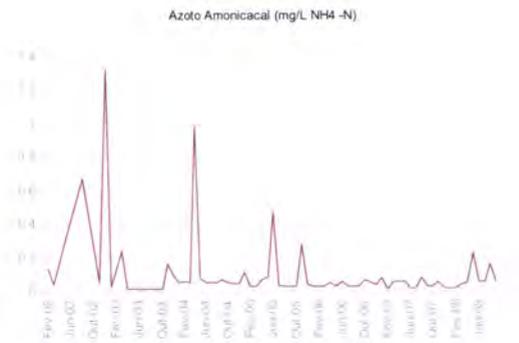


Figura 22: Evolução temporal da concentração de azoto amoniacal na água em Alqueva – Captação

O fósforo total (Figura 23) apresenta um padrão de variação com concentrações tendencialmente pouco elevadas.

No ano de 2002, durante o mês de Dezembro, regista-se o valor máximo de 1,23 mg/L de P, respectivamente. A partir do ano hidrológico 2005/06, verifica uma diminuição na concentração de fósforo total.

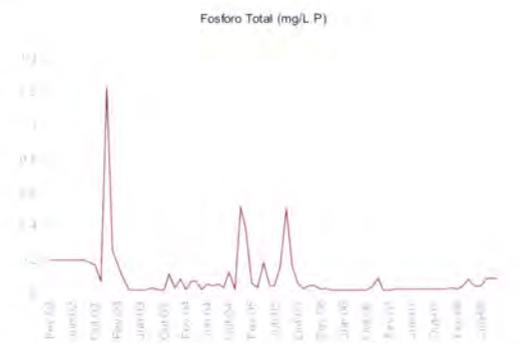


Figura 23: Evolução temporal da concentração de fósforo total na água em Alqueva – Captação

Durante o período seco o teor de fósforo total apresenta, de modo geral, concentrações muito baixas, o que pode estar relacionado com o elevado consumo de fósforo pelos produtores primários.

Segundo Moreira et al. (2002), o fósforo é apontado como o nutriente essencial para o crescimento do fitoplâncton, sendo o factor limitante em sistemas oligotróficos. Durante a época de elevada actividade biológica (período seco) o fósforo é facilmente incorporado nas estruturas biológicas, sendo apenas detectado através da análise de fósforo total, após digestão da amostra.

Relacionada com o teor em fósforo surge a concentração de clorofila *a*, que é um indicador da eutrofização. Na Figura 24 apresenta-se a evolução da concentração de clorofila *a*.

A partir de Janeiro de 2004, verifica-se uma tendência de decréscimo na concentração de Clorofila *a*, ainda assim, há valores que pontualmente ultrapassam ligeiramente o valor de 10µg/L, limite definido pelo INAG que classifica o sistema como Eutrófico.

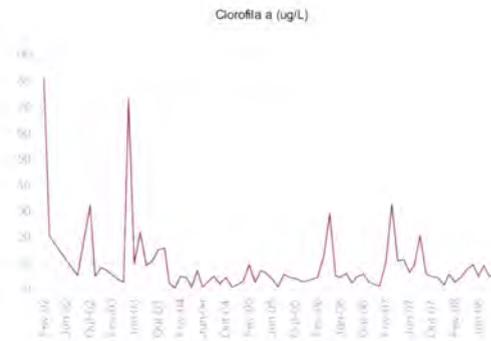


Figura 24: Evolução temporal da concentração de Clorofila *a* na água em Alqueva – Captação

Os valores máximos observados correspondem a 81,2 e 73,3 µg/L e ocorreram respectivamente nos meses de Fevereiro de 2002 e Maio de 2003. Em termos de valor médio a concentração de clorofila *a* assume o valor de $9,3 \pm 13.2$ µg/L,

O enchimento da Albufeira de Alqueva potenciou uma diminuição progressiva da concentração de clorofila *a*.

6.3.4 CQO, CBO, Oxidabilidade e SST

A matéria orgânica nas águas naturais inclui uma grande variedade de compostos, directamente difíceis de isolar e quantificar. A carência Química de Oxigénio (CQO), a Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) e a Oxidabilidade, fornecem uma estimativa da matéria orgânica presente.

No que respeita à CQO (Figura 25), uma medida do oxigénio equivalente à matéria orgânica susceptível de ser oxidada por um agente químico oxidante, verifica-se que com o enchimento da albufeira de Alqueva há uma diminuição dos valores registados face ao histórico.

Os valores máximos ocorreram em Agosto de 2002 (100 mg/L O₂); Outubro de 2003 (71 mg/L O₂); e Agosto de 2007 (52 mg/L O₂).

O valor médio é $25,2 \pm 15,1$ mg/L O₂.

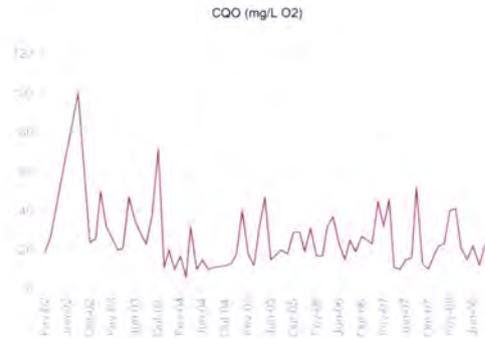


Figura 25: Evolução temporal da concentração de CQO na água em Alqueva – Captação

No que respeita à Carência Bioquímica de Oxigénio (Figura 26), que representa a matéria orgânica bioquimicamente degradável verifica-se que com o início do enchimento da albufeira de Alqueva o sistema tende a estabilizar, pelo se observa a partir do enchimento da albufeira uma oscilação natural decorrente dos processos de sedimentação da matéria orgânica e do efeito de diluição.

Através da análise da Figura 26 verifica-se uma variabilidade sazonal, nos períodos secos ocorrem teores mais elevados.

A partir do ano hidrológico 2002/03 observa-se um decréscimo expressivo da concentração de CBO₅. Para o período considerado valor médio é de $3,2 \pm 4,3$ mg/L O₂.

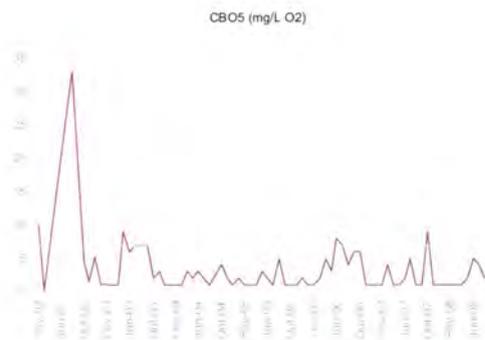


Figura 26: Evolução temporal da concentração de CBO₅ na água em Alqueva – Captação

Na Figura 27 apresenta-se a distribuição temporal da Oxidabilidade no local Alqueva–Captação. Este parâmetro representa os compostos orgânicos oxidáveis pelo permanganato de potássio.

A análise do gráfico salienta a seguinte conclusão, uma diminuição expressiva da variabilidade dos resultados, bem como uma diminuição geral do valor médio. A sua distribuição tendencial situa-se entre 6,9 e 7,0 mg/L (Percentil 25 e Percentil 75, respectivamente)

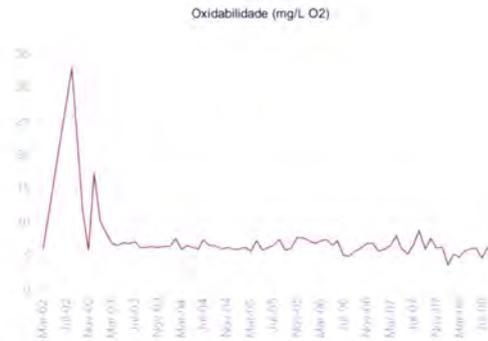


Figura 27: Evolução temporal da concentração de Oxidabilidade na água em Alqueva – Captação

A variabilidade sazonal de sólidos suspensos totais – SST apresenta-se na Figura 28. Da análise da Figura resulta a seguinte conclusão uma diminuição muito expressiva da variabilidade temporal dos sólidos suspensos totais.

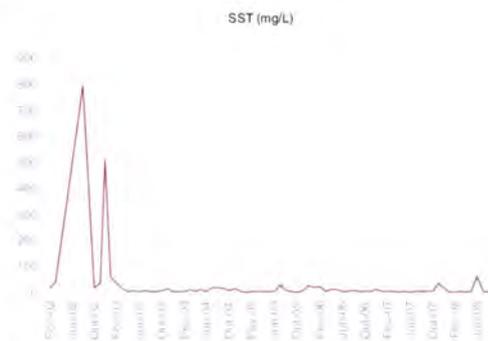


Figura 28: Evolução temporal da concentração de SST na água em Alqueva – Captação

Os valores máximos ocorreram no início do enchimento nos meses de Agosto e de Dezembro de 2002, respectivamente 796 e 510 mg/L, os valores mínimos ocorreram no ano de 2008 nos meses de Agosto e Setembro, respectivamente 0,6 e 0,4 mg/L.

O valor médio observado é de $27,4 \pm 108,3$ mg/L, contudo o valor moda situa-se em 3,5 mg/L.

6.3.5 Microbiologia

As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação fecal mais comum, sendo utilizadas como parâmetro bacteriológico básico na caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral.

A evolução histórica da densidade de Unidades Formadoras de Coliformes Totais e Fecais apresenta-se Figura 29. A análise do gráfico revela que as densidades de unidades formadoras de colônias (UFC) de coliformes totais e fecais foram elevadas até de Dezembro de 2004 na generalidade das amostragens.

A partir de Janeiro de 2005 observou-se uma evolução mais favorável com diminuição da densidade de Unidades Formadoras de Coliformes.

Os valores máximos relacionam-se com a ocorrência de enxurradas, associados a eventos de precipitação atmosférica intensa traduzidos em elevado escoamento superficial.

Os gráficos apresentados nas Figura 29, parecem sugerir uma persistente contaminação microbiológica.

A tendência observada na evolução das cargas de coliformes ao longo deste estudo retratam os reflexos da poluição na bacia hidrográfica ao longo dos anos, sendo que os valores máximos estão associados a períodos de elevada intensidade pluviométrica traduzidos num elevado escoamento superficial na bacia de drenagem.

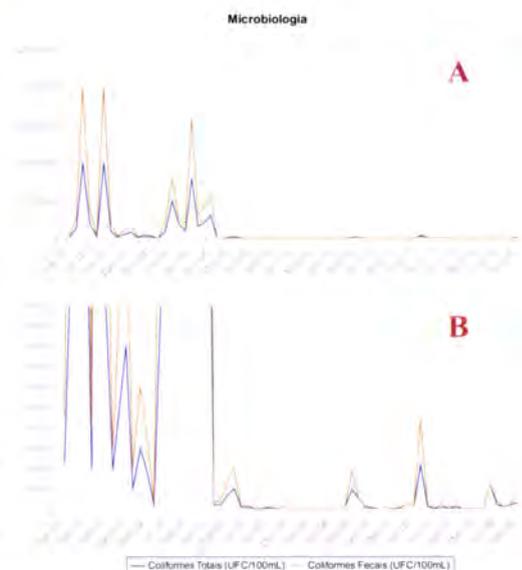


Figura 29: Evolução temporal concentração de Coliformes na água em Alqueva – Captação

- A- Apresenta toda a extensão da escala gráfica dos dados;
- B- Apresenta Escala gráfica inferior a 100.000 (UFC)

7 CONCLUSÕES GLOBAIS

Os dados históricos recolhidos nas três origens de água do sistema Alqueva – Pedrógão, evidenciam qualidade da água adequada para o uso rega segundo os critérios definidos no Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto, pese embora a não conformidade observada no parâmetro coliformes fecais e a não conformidade pontual observada num número restrito de parâmetros enumerados no Quadro 19 e apresentados na Figura 12.

No entanto é possível afirmar que para determinados períodos a qualidade da água para o uso rega é excelente.

Em termos dos descritores de qualidade da água sobre os quais foi efectuada uma análise temporal ao seu comportamento, verificou-se uma tendência generalizada na melhoria da qualidade da água.

As classificações apresentadas e a análise à evolução temporal dos parâmetros considerados ao longo deste estudo permitem-nos identificar as seguintes situações críticas:

- No que diz respeito aos locais de amostragem a maior taxa de não conformidade foi observada sistematicamente na concentração de coliformes fecais. A contaminação microbiológica revela um comportamento crítico nos primeiros anos hidrológicos, sendo que em 2005/06 os níveis baixaram significativamente. Embora esta redução se deve fundamentalmente ao facto de que, os elevados tempos de retenção da água reduzem as concentrações de coliformes, devido essencialmente à alteração do regime térmico, à elevada exposição, à radiação ultravioleta e a diferentes condições iónicas;

- Verificou-se em alguns parâmetros uma melhoria significativa ao longo dos anos, especialmente visível no ano hidrológico 2005/06. Este efeito relaciona-se com o facto de a albufeira de Alqueva estar sujeita a um período inicial de eutrofização, imediatamente após a inundação de extensas áreas de solo inicia-se o processo de degradação da matéria orgânica aí depositada. Essa matéria orgânica teve origem quer no seu ciclo natural, quer em processos relacionados com as actividades agrícolas e agropecuárias. A submersão de uma vasta área e a constituição de uma albufeira, implica que todo o sistema incluindo o troço a jusante seja forçado a evoluir no sentido de se adquirir um novo equilíbrio dinâmico.
- Indicam-se dois processos responsáveis pela variabilidade observada: (1) sedimentação; (2) efeito de diluição.
- A enorme massa de água armazenada pela albufeira de Alqueva provoca um efeito de diluição com redução da mineralização da água, confirmada pela diminuição da condutividade eléctrica, dureza total e cloretos;
- Os principais problemas futuros estarão com certeza associados ao estabelecimento de condições anóxicas em profundidade; à sedimentação dos sólidos e matéria orgânica; ao desenvolvimento fitoplanctónico à superfície.

Em conclusão pode-se afirmar que as captações de água no sistema Alqueva – Pedrógão apresentam características adequadas e consentâneas para o uso rega. Por outro lado reconhece-se que a sustentabilidade da Agricultura de Regadio está intimamente ligada com o uso conservativo dos recursos naturais - solo e água – que são a base desta actividade produtiva, pelo que a contaminação microbiológica deve

merecer especial atenção e um acompanhamento rigoroso da sua evolução, bem como dos demais descritores de qualidade da água avaliados ao longo deste estudo. No caso da agricultura de regadio, os recursos primordiais são o solo e a água, todo o uso que potencie a sua degradação, que não os conserve e não os melhore, compromete o futuro e contraria a sustentabilidade do processo de desenvolvimento alavancado pelo Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA).

Por outro lado urge efectuar um controlo apertado sobre as fontes de poluição presentes na bacia hidrográfica do rio Guadiana, uma vez que a carga afluyente poderá colocar em risco os diversos usos que se perspectivam para o EFMA. A título de exemplo refere-se que (1) as explorações de suinicultura encontram-se espalhadas por toda a bacia, com maior incidência e impacte nas regiões de Borba, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Elvas e Moura; (2) os lagares de azeite são mais representativos e têm provocado situações de maior gravidade nos concelhos de Arronches, Portalegre, Campo Maior, Serpa e Moura; (3) o saneamento básico é ainda insuficiente para reduzir de forma significativa as cargas poluentes que chegam até aos cursos de água, não só devido ao número de estações de tratamento existentes mas também, devido ao funcionamento em condições deficientes das existentes.

No sentido de uma gestão correcta e direccionada para a sustentabilidade da massa de água em estudo, sugerem-se as seguintes medidas de carácter genérico:

- Investigar as causas relacionadas com a contaminação microbiológica, tendo em consideração uma abordagem integrada de protecção das águas e meios aquáticos;
- Adoptar medidas básicas referentes à protecção das águas, de acordo com a implementação das normas Comunitárias aprovadas;
- Efectuar a revisão dos programas de monitorização no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água e consequentemente da Lei

da Água, incluindo a adopção de medidas adicionais, como por exemplo o estabelecimento de normas ambientais mais exigentes;

- Adoptar medidas de protecção da qualidade da água para reduzir o nível de tratamento necessário para a produção de água potável;
- Adoptar medidas de protecção e controlo das captações de águas e do armazenamento de água;
- Adoptar medidas de protecção das águas subterrâneas e controlo da recarga artificial e do aumento dos aquíferos, bem como, proibir descargas directas nas águas subterrâneas e assegurar a redução progressiva da poluição das águas subterrâneas;
- Controlar descargas de poluentes de fontes tóxicas e de fontes difusas;
- Controlar as modificações dos meios hídricos, em especial das alterações hidromorfológicas e prevenir a sua deterioração, proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e também dos ecossistemas terrestres, bem como das zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades em água;
- Por último, assegurar a aplicação de programas, medidas e acções, no âmbito de: PEAASAR II, ENEAPAI, POVT 2007-2013, INALENTEJO, PNA, PBH Guadiana, PERSU II, Código de Boas Práticas Agrícolas, PRODER, PROT, POA e demais legislação aplicável.

Consciente da importância da problemática das alterações climáticas torna-se necessário: (1) assegurar que os Programas de Medidas Nacionais e Regionais contemplem as necessárias medidas adaptativas; e (2) mitigar os efeitos das inundações e das secas. Na área dos recursos hídricos, os impactes estão relacionadas com a alteração da quantidade total de água disponível e respectiva qualidade, com a alteração da frequência e intensidade de cheias e secas, e também com a própria procura da água.

8 BIBLIOGRAFIA

Apalategui, O., Eguíluz, L., Quesada, C., 1990. Part V Ossa Morena Zone, 3 Structure. In Pre Mesozoic Geology of Iberia, edited by R. D. Dallmeyer and Martinez Garcia, Springer Verlag, 2: pp. 80 219.

Araújo, A., 1989, “Estrutura de uma geotransversal no Rio Guadiana, entre Moura e Mourão”. Prova de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Dep. Geol. Fac. Ciências Lisboa.

Araújo, A., 1992a. “Tectónica da Zona de Ossa Morena. Carta Geológica de Portugal à escala 1:200 000”, notícia explicativa da folha 8. Coord. de J. T. Oliveira. Serv. Geol. Portugal, pp. 44 46.

Bergkamp, G. McCartney, P, Duncan, J., McNeely, M. & Acreman, M., 2000. “Dams, ecosystem functions and environmental restoration”, Thematic Reviews. World Commission on Dams, Cape Town. www.dams.org.

Boon, P & Howell, D.1997, “Freshwater Quality: Defining the indefinable?” The Stationary Office, Edinburg.

CHAPMAN, D. 1996, “Water Quality Assessments, a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring”, 2nd Ed. UNESCO, WHO, UNEP. E & FN Spon, 626pp;

CHAPRA, S. C. “Surface Water Quality Modeling”, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, 1997

CROUZET, P.; J. LEONARD; S. NIXON; Y. REES; W. PARR; L. LAFFON; J. BØGESTRAND; P. KRISTENSEN; C. LALLANA; G. IZZO; T. BOKN; J. BAK; T. J. LACK, 1999, “Nutrients in European ecosystems”, European Environmental Agency, Copenhagen, 155 pp..

CRUZ, M. E BRAZ, R., “A eutrofização dos sistemas aquáticos”. Página Consultada em 12 Fevereiro de 2009, < <http://naturlink.sapo.pt/article.aspx?menuid=4&cid=874&bl=1>>.

Dallmeyer, R. D.; Martinez Garcia, E. (Ed.), 1990, “Pre -Mesozoic Geology of Iberia, Springer Veriag”.

Decreto – Lei 236/98 de 1 de Agosto. Diário da República – I Série-A, nº176 de 1 de Agosto de 1998, 3676 -3722.

Decreto – Lei 335/2001 de 24 de Dezembro. Diário da República – I Série-A, nº296 24 de Dezembro de 2001, 8419-8429.

Decreto – Lei 42/2007 de 22 de Fevereiro. Diário da República – I Série, nº38 de 22 de Fevereiro de 2007, 1314-1320.

Decreto – Lei 208/2007 de 29 de Maio. Diário da República – I Série, nº103 de 29 de Maio de 2007, 3463-3467.

Decreto – Lei 226-A/2007 de 31 de Maio. Diário da República – I Série, nº105 de 31 de Maio de 2007, 3644-(24) -3644-(48).

Decreto – Lei 331/2007 de 17 de Setembro. Diário da República – I Série, nº179 de 17 de Setembro de 2007, 6513-6518.

EDIA S.A., “Dados mensais das campanhas de monitorização da qualidade da água nas albufeiras de Pedrógão e Alqueva”, Beja, 2002 - 2008.

EDIA S.A., “EFMA [on-line]. O Empreendimento: Histórico [citado em Outubro de 2009]”. Disponível em URL:

http://www.edia.pt/portal/page?_pageid=53,39678&_dad=portal&_schema=PORTAL&actualmenu=2189624&p_efma_d=2199796&cboui=2199796

EDIA S.A., “Estudo Comparativo da Qualidade da Água nas Principais Albufeiras Integradas no EFMA”, HIDROPROJECTO, Novembro de 2007.

EDIA S.A., “Projecto ODeAnA – Operação, Decisão e Análise para a Gestão da Água em Alqueva”, Universidade do Minho, Junho de 2008.

EDIA S.A., “Qualidade da Água na Bacia do Guadiana Antes e Depois da Construção da Barragem de Alqueva | Fase de Primeiro Enchimento”, Junho de 2005, Laboratório da Água do Centro de Ecologia e Ambiente da Universidade de Évora.

EDIA S.A., “Relatórios mensais de monitorização da qualidade da água do sistema Alqueva – Pedrógão” 2002-2008, Laboratório da Água do Centro de Ecologia e Ambiente da Universidade de Évora.

Fonseca, P., 1995, “Estudo da Sutura Varisca no SW Ibérico nas Regiões de Serpa – Beja – Torrão e Alvito – Viana do Alentejo”. Dissertação de doutoramento, apresentada à Faculdade de Ciências da universidade de Lisboa. Lisboa. 325 p.

Friedl, G. & Wuest, A., 2002. “Disrupting biogeochemical cycles – consequences of damming. Aquatic Sciences”, 64: 55-65.

Gonçalves, F., 1971. “Subsídios para o conhecimento geológico do Nordeste Alentejano”. Mem. Serv. Geol. Portugal, Nova Série, 18: 62 p.

Guindos, A. J., Pastor, J. D.; Apalategui, O., 1990. “Mapa e Memória Explicativa de la Hoja n’ 874, Oliva de la Frontera. Mapa Geológico de Espana, escala 1:50000”. ITGE, Madrid.

HIDROPROJECTO, COBA, HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, WS ATKINS, CONSULGAL E GIBB, “Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana”, Ministério do Ambiente Portugal, 1998 – 2000.

Johnson, R. & Wichern, D., 1992, “Applied Multivariate Statistical Analysis”, 3rd Ed. Prentice Hall International Editions. 642 pp.

Kurunc, A. *et al.*, / Journal of Hydrology 317 (2006) 17-30.

Miller, J. & Miller, J., 2000, “Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry”, 4th Ed. Prentice – Hall, Harlow.

MORAIS, M., “Organização Espacial e Temporal de um Rio Temporário Mediterrâneo (Rio Degebe, Bacia Hidrográfica do Guadiana)”, Évora, Universidade de Évora, 1995.

Rocha, L. 2002. “O assoreamento de Alqueva e as suas consequências”, pp 64 – 71. In: International Meeting on Dams: Impacts and Hazards. 14 – 15 Novembro 2002, Universidade de Évora, Évora.

Serafim *et al.*, 2006, “Spatial and temporal heterogeneity in the Alqueva reservoir, Guadiana river, Portugal”. *in* Limnetica, Volumen 25 (3): 771-786 (2006), Asociación Española de Limnología.

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), Instituto da Água IP, serviço disponível em <<http://snirh.pt>>

Taleb, A., Nouria, B. & Gagneur, J. 2004. “Water Quality Before and After Dam Building on a Heavily Polluted River in Semi – Arid Algéria”. *River Research and Applications* 20: 943 – 956;

THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. “Principles of Surface Water Quality Modeling and Control”, Harper Collins Publishers, 1987.

WETZEL, R. *Limnologia*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

Wunderlin, Daniel Alberto *et al.*, 2000, “Pattern Recognition Techniques for the Evaluation of Spatial and Temporal Variations in Water Quality. A Case Study: Suquia River Basin (Córdoba-Argentina)”. *Wat. Res.* Vol. 35, No. 12, pp. 2881-2894, 2001, PERGAMON, Elsevier Science Ltd..

9 ANEXOS

Estatística Descritiva

	Temperatura (°C)	pH	OD (%)	Condutividade (uS/cm)	Cloretos (mg/l Cl)	Dureza (mg/l CaCO ₃)	SAR (meq/L)	SST (mg/L)
Média	19.1	7.9	79.2	468	52.6	155.4	1.0	27.4
Erro-padrão	0.6	0.1	2.3	7	1.6	5.3	0.1	12.6
Mediana	18.3	7.9	79.9	472	52.0	154.0	1.0	4.6
Moda	17.1	7.4	72.0	472	60.0	160.0	1.1	3.5
Desvio-padrão	5.3	0.4	19.1	61	12.1	39.7	0.8	108.3
Variância da amostra	28.3	0.2	364.7	3710	146.2	1572.5	0.6	11731.5
Curtose	-1.3	-0.6	0.0	3	16.0	3.2	6.5	40.5
Assimetria	-0.1	-0.1	0.2	0	2.8	0.7	2.1	6.3
Intervalo	18.3	1.8	95.2	390	93.5	252.1	4.2	795.6
Mínimo	9.8	7.0	36.0	310	26.5	56.0	0.0	0.4
Máximo	28.1	8.8	131.2	700	120.0	308.1	4.2	796.0
Soma	1282.5	558.2	5545.3	33731	3153.6	8858.1	54.4	2026.0
Contagem	67	71	70	72	60	57	54	74
Maior(1)	28.1	8.8	131.2	700	120.0	308.1	4.2	796.0
Menor(1)	9.8	7.0	36.0	310	26.5	56.0	0.0	0.4
Nível de confiança(95.0%)	1.3	0.1	4.6	14	3.1	10.5	0.2	25.1

	Nitratos (mg/L NO ₃ -N)	Nitritos (mg/L NO ₂ -N)	Azoto Amonicacal (mg/L NH ₄ -N)	Fosforo Total (mg/L P)	CQO (mg/L O ₂)	CBO ₅ (mg/L O ₂)	Oxidabilidade (mg/L O ₂)
Média	0.900	0.016	0.101	0.086	25.2	3.2	7.0
Erro-padrão	0.159	0.003	0.024	0.019	1.8	0.5	0.4
Mediana	0.335	0.010	0.050	0.031	21.0	2.0	6.3
Moda	0.030	0.010	0.031	0.016	10.0	1.0	6.0
Desvio-padrão	1.370	0.024	0.205	0.167	15.1	4.3	3.5
Variância da amostra	1.878	0.001	0.042	0.028	229.3	18.2	12.4
Curtose	6.314	26.626	21.821	30.976	7.9	33.1	43.2
Assimetria	2.504	4.686	4.491	5.040	2.2	5.0	6.1
Intervalo	6.380	0.170	1.307	1.218	94.0	32.8	29.3
Mínimo	0.020	0.000	0.011	0.012	6.0	0.2	3.7
Máximo	6.400	0.170	1.318	1.230	100.0	33.0	33.0
Soma	66.626	1.216	7.346	6.352	1843.0	233.5	509.4
Contagem	74	74	73	74	73	73	73
Maior(1)	6.400	0.170	1.318	1.230	100.0	33.0	33.0
Menor(1)	0.020	0.0001	0.011	0.012	6.0	0.2	3.7
Nível de confiança(95.0%)	0.318	0.006	0.048	0.039	3.5	1.0	0.8

	Clorofila a (ug/L)	Coliformes Totais (UFC/100mL)	Coliformes Fecais (UFC/100mL)
Média	9.3	76513	71145
Erro-padrão	1.5	25113	24481
Mediana	5.3	1700	900
Moda	5.1	2000	0
Desvio-padrão	13.2	205561	200388
Variância da amostra	174.9	42255490215	40155501665
Curtose	18.4	13	15
Assimetria	4.0	4	4
Intervalo	80.5	1000000	1000000
Mínimo	0.7	0	0
Máximo	81.2	1000000	1000000
Soma	689.1	5126364	4766730
Contagem	74	67	67
Maior(1)	81.2	1000000	1000000
Menor(1)	0.7	0	0
Nível de confiança(95.0%)	3.1	50140	48879