



A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas

Actualidade e Desafios Futuros

JORNADAS TÉCNICAS APRH

VOLUME 1

OUTUBRO DE 2011



DGADR
Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

A ENGENHARIA DOS APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

Actualidade e Desafios Futuros

Ficha Técnica

Título: A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas
Actualidade e Desafios Futuros - Volume 1

Edição: APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

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

DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

Tiragem: 300 exemplares

Impressão e Acabamento: António Coelho Dias, S.A.

Depósito Legal: 348718/12

ISBN: 978-989-8509-05-5

Setembro 2012

ÍNDICE

Preâmbulo	7
Ao Abrir o Livro	11
As Jornadas Técnicas	17
As Conferências	
Os conferencistas	21
Tema 1 - OS GRANDES APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS	
Modelos físicos de obras hidráulicas associadas a aproveitamentos hidroagrícolas: 60 anos de inovação no LNEC	25
Teresa Viseu, Fernando Oliveira Lemos, Rafaela Matos	
O projecto do novo regulamento de pequenas barragens	37
Emanuel Maranha das Neves	
Tema 2 - O EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA. OS SUBSISTEMAS DE ALQUEVA, PEDRÓGÃO E ARDILA	
O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Os Subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila	45
Hemetério Monteiro	
Tema 3 - ORIGENS DE ÁGUA. BARRAGENS E REDE PRIMÁRIA	
Infra-estruturas de adução e regularização em perímetros de rega colectivos	61
J. Costa Miranda	
Tema 4 - ESTAÇÕES DE BOMBAGEM E MINI-HÍDRICAS	
Estações de bombagem dos aproveitamentos hidroagrícolas	91
João Campos	
Tema 5 - REDES DE REGA E DRENAGEM	
Metodologias de concepção e dimensionamento de sistemas de rega por aspersão	139
Gonçalo Leal	
Tema 6 - CONSTRUÇÃO, REABILITAÇÃO E MODERNIZAÇÃO	
Planos de observação em barragens agrícolas.o papel do LNEC	143
Laura Caldeira	
Tema 7- EXPLORAÇÃO	
Operação e Manutenção de Perímetros de Rega A importância da Engenharia Agronómica	161
Eduardo M. Drummond de Oliveira e Sousa	

As Comunicações

Integram o 2º Volume	179
----------------------------	-----

Os Posters

Índice dos posters apresentados	183
Aproveitamento Hidroagrícola Veiga de Chaves. Intervenção para garantia de futuro	197
Francisco Rodrigues Alves	
Contribuições para a sustentabilidade do subsistema Ardila (EFMA))	199
J. Vazquez, J. C. Miranda, M. Cabral, R. Batista	
Bloco de Rega do Pisão. Carta de engenharia e obra.....	201
Alexandra Braga de Carvalho, Sandra Cardoso, Isabel Grazina	
Informação de Cadastro no SIG como suporte ao projecto e empreitada no EFMA	203
Duarte Carreira, Rosário Costa	
Melhoria da segurança de barragens em aproveitamentos hidroagrícolas	205
A Campeã da Mota, Alberto Freitas	
Sistema de filtração da água de rega com filtros de baixa pressão no Bloco da Capinha – Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira	207
Vítor Candeias, Eduardo Gomes, A Campeã da Mota	
Intervenções de Requalificação na Albufeira do Enxoé: melhoria da qualidade da água armazenada	209
David Catita, Manuela Ruivo, Jorge Vazquez	
As Estações Elevatórias da Ligação Pisão-Beja	211
Alexandra Carvalho, Carlos Gaspar	
Pormenor Construtivo da Ligação Entre o Aterro do Núcleo e a Galeria da Barragem de Veiros	213
António Marcelo Correia, Paulo Lourenço	
Bloco de Rega do Pisão. Reabilitação de linhas de água	215
Luísa Pinto, Helena Barbosa, José Perdigão	
A Estação de Bombagem e a Tomada de Água do Conchoso: O Complexo Vital da Lezíria	217
António Mota, José Prudente	
Barragem da Laje – Sítio Torre Velha 3. Um Caso de Articulação entre a Arqueologia Preventiva e a Empreitada	219
Luísa Pinto, Miguel Martinho, Paulo Marques, V. Canhão	
Aproveitamento Hidroagrícola de Minutos. Barragem dos Minutos. Medidas de Minimização Ambiental	221
M. Conceição Jacob, Pedro Teixeira	
Aproveitamento Hidroagrícola de Sabariz Cabanelas. Modernização no Entre-Douro-e-Minho	223
M. Graça Mota	

Aspectos técnicos e Construtivos Associados à Execução de Reservatórios Revestidos com Geomembrana	225
Isabel Grazina, Dora Amador	
Gestão da Rede Primária do EFMA – Manutenção do Regime de Caudais Ecológicos: O Caso do Sistema Alqueva-Pedrogão	227
Manuela Ruivo, Martinho Murteira, Ana Ilhéu	
Redes de Monitorização da Rede Primária do EFMA	229
Manuela Ruivo, Martinho Murteira, Ana Ilhéu	
Gestão das Albufeiras integradas no EFMA	231
David Catita, Manuela Ruivo, Ana Ilhéu	
Acompanhamento e integração de captações directas de água para rega em albufeiras. Aspectos técnicos, económicos e ambientais no caso do Sistema Alqueva - Pedrogão	233
Ana Ilhéu, David Catita, Margarida Brito	
Homenagem ao Eng.º Joaquim Gusmão	
Apresentação do Eng.º Joaquim Gusmão, na sessão de Homenagem pelo Eng.º António Gonçalves Ferreira	237
Histórico da Implementação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas em Portugal Conferência Proferida pelo Eng.º Joaquim Gusmão	241
Os Coorganizadores	
A EDIA	257
A DGADR	295
Os Patrocinadores/ Expositores	
AQUALOGUS, ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA	321
CAMPO D'ÁGUA – ENGENHARIA E GESTÃO, LDA	327
CENOR – CONSULTING ENGINEERS	339
COBA – CONSULTORES DE ENGENHARIA E AMBIENTE	355
BOMBAS GRUNDFOS PORTUGAL, S.A	373
HIDRENKI – SISTEMAS DE CONTROLO E TRATAMENTO DE FLUIDOS, LDA	387
PREBEAN – PRÉ-FABRICADOS DE BETÃO DE SANTARÉM, LDA	403
A.B.CAIA – ASSOCIAÇÃO DE BENEFICIÁRIOS DO CAIA	413
Após Ler o Livro	430

Preâmbulo

Em Janeiro de 2011, fomos desafiados pelo nosso colega Jorge Vazquez a colocar no mapa de eventos da APRH, o tema da engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Não podia ter sido um desafio mais oportuno, por várias razões.

Em primeiro lugar porque a questão do aproveitamento da água para a produção de alimentos é de enorme atualidade e relevância para o futuro, como mostra a inclusão do tema da água e da segurança alimentar na agenda da Cimeira do Rio+20. Em segundo lugar porque existe em Portugal um património valioso de conhecimento e de experiência sobre a engenharia das obras hidráulicas e hidroagrícolas que deve ser divulgado, partilhado e transmitido às gerações mais jovens de profissionais. E finalmente porque se impõe um debate esclarecido sobre as perspetivas dos sistemas, infraestruturas e equipamentos existentes em Portugal e sobre a oportunidade de desenvolver novos aproveitamentos hidroagrícolas.

O desafio tornou-se realidade e ao longo de seis meses de preparação e de organização, o entusiasmo foi crescente e culminou num evento de três dias de elevada qualidade e grande adesão. É com satisfação que podemos afirmar que estas *Jornadas Técnicas de Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas dignificaram e prestigiaram a engenharia hidráulica portuguesa e foram um contributo decisivo na concretização da missão da APRH. A qualidade das intervenções e do debate justifica plenamente a publicação destes volumes para memória futura.*

A experiência e o conhecimento da comunidade técnica nacional neste domínio tem um enorme valor para o país e é determinante para enfrentarmos com sucesso os desafios que se irão colocar no futuro. Esse património de conhecimento disponível na administração pública, nas empresas, nos consultores e empreiteiros e nos centros de investigação tem também um enorme potencial de internacionalização, num momento em que a questão da produção de alimentos para fazer face ao crescimento da população mundial e do seu nível de vida se coloca com grande acuidade.

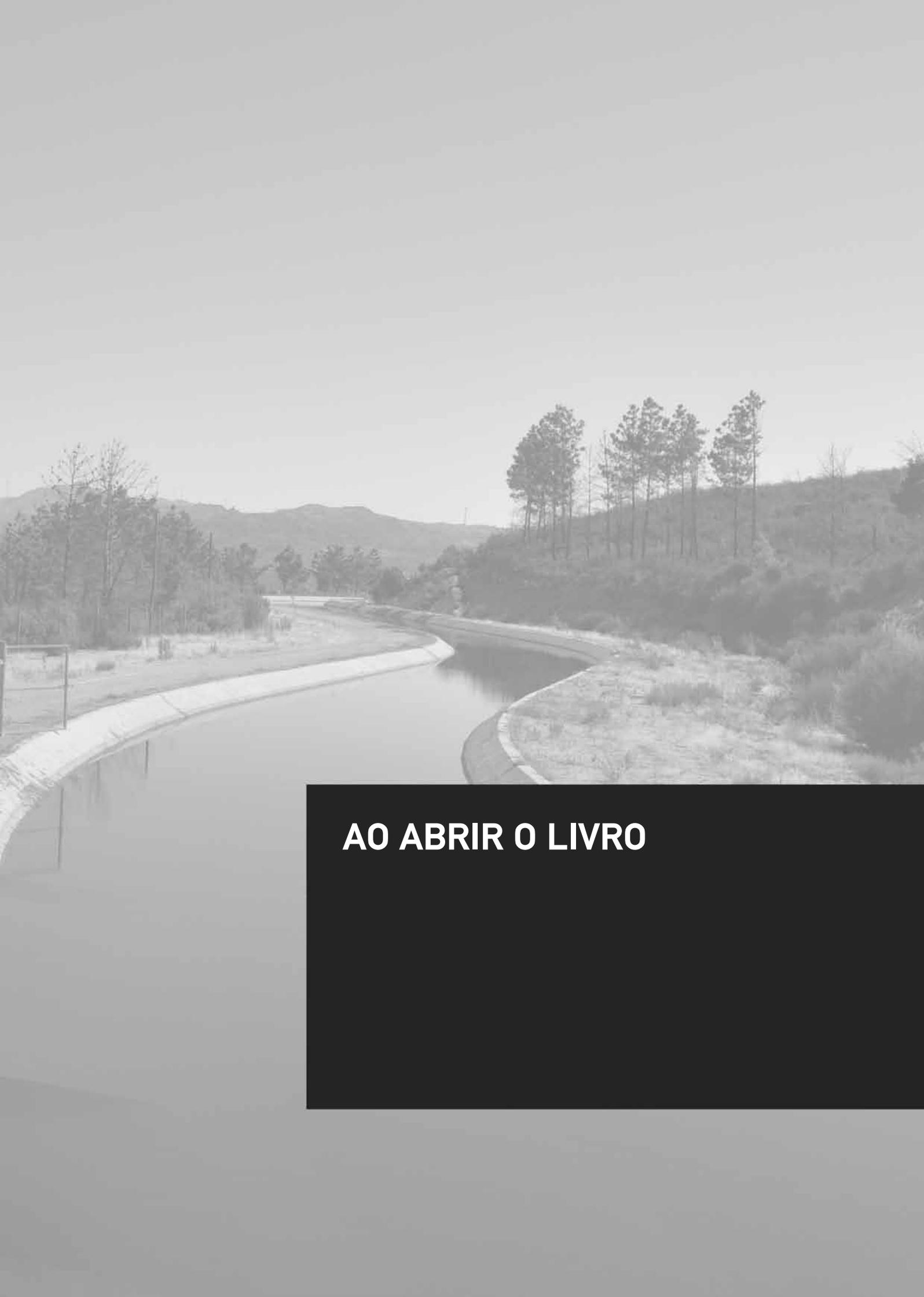
As jornadas proporcionaram uma oportunidade para refletir sobre onexo água e a agricultura e sobre as suas implicações na gestão sustentável dos nossos recursos hídricos. Em particular, permitiram realçar a engenharia hidráulica como uma das competências-chave para o desenvolvimento de aproveitamentos hidroagrícolas mais modernos, mais eficientes e mais sustentáveis.

Queremos deixar aqui patente, o nosso especial agradecimento a todos os que tornaram possível a realização das Jornadas e a publicação destes volumes: Jorge Vazquez, António Campeã da Mota, Costa Miranda, Alexandra Carvalho e João Campos, os restantes membros da comissão organizadora e da comissão científica, os conferencistas convidados que aceitaram prontamente o desafio de partilharem o seu conhecimento e a sua valiosa experiência profissional e os autores das comunicações. Queremos também prestar o nosso reconhecimento à Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), à Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva (EDIA) e à Comissão Nacional Portuguesa de Irrigação e Drenagem (CNPID), parceiros desta iniciativa desde a primeira hora. A todos muito obrigado.

Lisboa, Maio 2012

Alexandra Serra
Presidente da Comissão Diretiva da APRH
(2010-11)

Rodrigo Proença de Oliveira
Presidente da Comissão Diretiva da APRH
(2012-13)



AO ABRIR O LIVRO

Ao abrir o Livro...¹

Caro Leitor: permita-me dar-lhe as boas vindas a este livro, das Jornadas da APRH "A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, e tecer algumas considerações introdutórias, sistematizando - em quatro tópicos:

- i) do regadio em Portugal,
- ii) da situação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas e da Engenharia,
- iii) do papel da Engenharia,
- iv) das Jornadas técnicas da APRH

Do regadio em Portugal

Em Portugal, a consolidação e expansão do regadio é, claramente, uma prioridade incontornável no contexto do desenvolvimento económico e social do País – seja na diminuição da dependência externa e no aumento de exportações no sector alimentar, seja pela criação de postos de trabalho e fixação das populações no interior.

De facto, face às condições climáticas no País – e, em particular no Sul, onde a actividade agrícola é dominante - é o regadio que permite corrigir a falta de precipitação nos meses mais quentes, de modo a permitir o desenvolvimento franco das culturas, contribuindo de modo decisivo para o aumento da produtividade e da competitividade da agricultura nacional.

Temos as terras, o clima, a tradição, as gentes para abraçarmos este desafio hidroagrícola.

Da situação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas e da Engenharia

Portugal tem um conjunto significativo de regadios colectivos com cerca ou mais de cinco décadas, estando-se, por outro lado, em fase avançada de implementação/conclusão de outros grandes Aproveitamentos Hidroagrícolas.

Cabe aqui lembrar os casos paradigmáticos, a Norte, do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira, beneficiando cerca de 14.000 ha (aproveitamento de grande singeleza, rentabilizando, de forma expedita, os recursos e as condições locais, diga-se) e, a Sul, o de Alqueva, beneficiando cerca de 120.000 ha, ambos de Fins Múltiplos e com valências de Ordenamento do Território, integrando infra-estruturas de grande dimensão, especificidade e complexidade - e o de Alqueva, permitam-me a referência, com uma dimensão e abrangência que lhe dão um carácter único no País e mesmo pouco habitual além - fronteiras e lhe confere um papel estratégico nacional - sendo que estes grandes Empreendimentos foram naturalmente, amplamente tratados no âmbito destas Jornadas.

Por outro lado, na Europa, a infra-estruturação para o regadio já foi, na maior parte dos casos feita, equacionando-se e consolidando-se sobretudo, já há algum tempo, e como tem de se fazer, também, em Portugal, o papel das agro-indústrias e a melhor forma de colocação da produção nos diversos mercados.

Em Portugal estamos, como sabemos, mais atrasados e ainda em plena fase, ainda que avançada, de implementação/conclusão da infra-estruturação hidroagrícola.

¹ Texto elaborado com base na intervenção na Sessão de Abertura.

Há ainda que sublinhar que, nos últimos anos, a constatação mundial de que a água é um recurso escasso e demasiado necessário e precioso para ser desperdiçado, vem levando à adopção de culturas mais aferidas às condições locais e de soluções inovadoras e de boas práticas dos utilizadores, no sentido do aumento muito significativo da eficiência dos processos e da poupança deste bem imprescindível à vida e cujo consumo na Agricultura é, no País, claramente dominante. Do mesmo modo, vem – se tentando minimizar os consumos energéticos que nos circuitos hidro-agrícolas com bombagem podem ser muito importantes.

Tem-se também verificado e com grande incidência no Sul do País, o aumento significativo de culturas permanentes, bem menos exigente em termos de qualidade dos solos beneficiados e, sobretudo, de dotação como é o caso, designadamente, do olival.

Tais factos, não só possibilitam uma maior viabilização do regadio, como permitem, em muitos casos, equacionar a sua expansão de modo sustentável - essencialmente, através da utilização das mesmas infraestruturas primárias, a montante (que neste quadro de menores necessidades de água terão disponibilidade e capacidade excedentárias) e com, encargos bem menores, apenas associados à rede secundária. Este pode ser um desafio de grande oportunidade para a Engenharia e para o País.

E, permitam-me a pergunta, não deverá ser essa a atitude permanente a ter na Engenharia? – a de se estar atento à mudança, assumindo-se uma infra-estrutura ou um sistema hidráulico como um ente vivo que pode sempre “crescer” e/ou adaptar-se para melhor cumprir o seu objectivo primeiro – o de servir a comunidade .

Pode, então, a nosso favor, dizer-se - permitam-me também aqui o parêntesis, ainda que em parte não pelos melhores motivos (porque o facto de estarmos ainda no terreno a fazer /concluir grandes Aproveitamentos Hidroagrícolas significa algum atraso estruturante) - que, no que concerne à Engenharia, estamos habilitados e treinados e temos o “saber,” baseado no estudo, mas também na experiência mais recente e actual de obra feita, de molde a poder contribuir para a consolidação e expansão sustentável do regadio em Portugal:

i) seja pela exploração e rentabilização plena destes novos Aproveitamentos, beneficiando em diversos casos novas áreas limítrofes ou próximas, com encargos minimizados e de elevado retorno,

ii) seja pela modernização dos Aproveitamentos mais antigos, tornando-os mais eficientes e eficazes do ponto de vista hidráulico e energético

Do papel da Engenharia

Como se referiu, temos pois as terras, o clima, a tradição, as gentes mas também, e sobremaneira importante, o “saber” apoiado na experiência consolidada e actual da Engenharia (Engenharia que, na sua raiz etimológica, tem tudo a ver com a técnica ao serviço da Sociedade).

É desse saber e das interrogações que suscita -tendo sempre presente a humildade e a abertura necessária ao reconhecimento de que há sempre que aprender, e, nomeadamente, com os nossos erros – para fazer mais e melhor - de que se falou nas Jornadas e que transcrevemos neste Livro.

Por outro lado, na Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, há áreas e equipamentos muito “jovens” que podem fazer toda a diferença, mas que carecem ainda de algum amadurecimento e consolidação, baseada na experiência e na troca de informação relativamente a valências e limitações específicas .Estamos a falar ,designadamente, dos equipamentos de telegestão e de outros equipamentos eléctricos e electromecânicos, sujeitos frequentemente a condições muito severas e exigentes de exploração

De facto, os tempos não se coadunam com expectativas frustradas – sendo que o facto de estarmos ainda “no terreno”, nos permite equiparmo-nos e prepararmo-nos para sermos mais assertivos na validação, correcção e optimização de meios e processos, mais eficientes e eficazes e, por isso, mais competitivos do que outros Países que, por se terem equipado há bem mais tempo, vêm utilizando processos e procedimentos mais antigos e, eventualmente, menos habilitados.

O local escolhido para as Jornadas, não o foi de modo ligeiro. De facto, o LNEC -que sempre vimos como uma “casa de engenheiros” e centro e escola de de conhecimento, investigação, aprendizagem e de divulgação interna e externa do “estado da arte” nas várias especialidades da Engenharia Civil - e de entre estas, a de Hidráulica -corresponde ao espírito e ao posicionamento que se pretendeu neste evento, agora plasmado em Livro.

Aliás, as infra-estruturas que integram os diversos circuitos hidráulicos de boa parte dos Aproveitamos Hidroagrícolas aqui referenciados (sejam elas barragens, reservatórios, adutores ou estações elevatórias dos aproveitamentos hidroagrícolas mais recentes e /ou em fase de implementação, têm em muitos casos, complexidade, especificidade e dimensão que levou à pertinência e à necessidade do acompanhamento e, frequentemente, grande envolvimento e contribuição por parte dos técnicos e investigadores do LNEC.

Foi pois dessa Engenharia que é Engenharia Civil e Engenharia Agronómica (ou vice-versa) mas é também Engenharia Ambiental e de Ordenamento do Território e integra ainda contribuições incontornáveis e, por vezes, dominantes, da Engenharia Mecânica, Electrotécnica, Química, Informática e de Sistemas - sem esquecer, necessariamente a Engenharia Económica e Financeira - de que falámos nas Jornadas e cuja transcrição é feita neste Livro.

Das Jornadas Técnicas da APRH

Estas Jornadas foram organizadas pela APRH -Associação portuguesa de Recursos Hídricos, com o apoio técnico e organizacional da EDIA- Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva, da DGADR – Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural e da CNPID -Comissão Nacional Portuguesa de Irrigação e Drenagem. Contámos ainda com o apoio imprescindível de um conjunto de entidades patrocinadoras que nos cumpre agradecer

No dia anterior às Jornadas, realizou-se um Curso de Infra-estruturas Hidráulicas que esgotou as inscrições e que integrou intervenções de um conjunto de especialistas em barragens, adutores e estações elevatórias, visando, sobretudo, transmitir experiências e sistematizar preocupações de concepção, construção e exploração destas infra-estruturas.

A resposta do meio técnico às problemáticas que nos propusemos abordar nas Jornadas excedeu largamente as expectativas e permitam-me expressar aqui o nosso reconhecimento pela qualidade dos trabalhos apresentados que nos possibilitam disponibilizar, para memória futura, o registo neste Livro, de boa parte do que de melhor se tem vindo a fazer no âmbito da Engenharia Hidroagrícola, num universo de mais de 60 trabalhos recebidos, abrangendo todos os grandes e mais actuais temas - temas esses que foram assim sistematizados e agrupados através de sessões temáticas de apresentação oral dos trabalhos e de uma sessão de apresentação em poster:

- 1 - Os Grandes Aproveitamentos Hidroagrícolas
- 2 - O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Os Subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila
- 3 - Origens de Água. Barragens e Rede Primária

- 4 - Estações de Bombagem e Mini-hídricas
- 5 - Redes de Rega e Drenagem
- 6 - Construção, Reabilitação e Beneficiação
- 7 - Exploração e Qualidade da Água

Cabe também aqui uma palavra de profundo reconhecimento pela tarefa, minuciosa e enriquecedora, de salvaguarda da qualidade dos trabalhos apresentados, efectuada em tempo útil pela Comissão Científica.

Tivemos ainda um conjunto de 9 conferências temáticas proferidas por técnicos especialistas convidados que em muito enriqueceram e valorizaram estas Jornadas e que permitiram fazer o ponto de situação técnico e científico de um conjunto de áreas de grande enfoque e actualidade na Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas e passar importantes mensagens pedagógicas, e que foram transcritas para este Livro.

Houve, também em paralelo uma exposição de stands envolvendo intervenientes de índole diversa na Engenharia Hidroagrícola.

Uma referência ao facto de que boa parte dos patrocinadores e dos expositores incluíram neste Livro contribuições técnicas que permitem enriquecê-lo, com informação actualizada e especializada nas mais diversas áreas e, designadamente, nas da concepção, projecto, construção, materiais, equipamentos e exploração.

O carácter humanista e solidário que justamente se associa à Engenharia Agronómica esteve bem presente na homenagem prestada ao Eng^o Joaquim Gusmão, explicitando o nosso reconhecimento consensual do trabalho altamente meritório de uma vida em prol da Agricultura Portuguesa, a que acresce um valioso perfil humano – e que nos possibilitou ter nas Jornadas este momento singelo e agregador, de elevação, também devidamente registado e ilustrado neste Livro.

Realizaram-se ainda duas visitas (ao Aproveitamento Hidroagrícola do Mondego e ao Sub-sistema do Ardila do EFMA), promovendo o contacto directo com a obra feita em dois Aproveitamentos de referência e permitindo constatar “no terreno” a realidade actual da Agricultura de Regadio - e também induzindo a um momento de proximidade e de convívio aos participantes

Por último, e em nome da Comissão Organizadora, o nosso agradecimento a todos os participantes e a todos os que nos ajudaram a que este encontro técnico da boa gente da Agricultura fosse possível e àqueles que, generosamente, nos deram “a matéria crítica do seu saber e experiência” e possibilitaram e nos entusiasmaram à edição deste Livro das Jornadas - na expectativa de que este trabalho possa ser uma contribuição para uma Agricultura de Regadio mais consolidada e sustentável.

Boa Leitura

Jorge Vazquez

Presidente da Comissão Organizadora



AS JORNADAS TÉCNICAS

Estas Jornadas Técnicas da APRH, que contaram com o apoio técnico e organizacional da Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), da Comissão Nacional Portuguesa de Irrigação e Drenagem (CNPID) e da EDIA – Empresa de Desenvolvimento das Infra-estruturas do Alqueva, tiveram lugar, nos dias 13 a 15 de Outubro de 2011, no auditório Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em Lisboa, tendo nelas participado 124 técnicos.

As Jornadas tiveram como objectivo principal analisar e discutir os actos de Engenharia associados à problemática dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, na perspectiva da optimização da eficiência hidráulica, energética e agrícola.

Os temas abordados foram os seguintes:

- Os Aproveitamentos Hidroagrícolas
- O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Os Subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila
- As Origens de Água. Barragens e Infra-estruturas de Tomada de Água
- Os Sistemas Elevatórios
- Os Sistemas de Medição, Controlo e Regulação de Caudais
- As Infra-estruturas de Adução e Regularização
- As Redes de Rega e Drenagem
- A Construção de Infra-estruturas Hidroagrícolas. Problemas Específicos e Soluções Encontradas
- A Operação e Manutenção de Aproveitamentos Hidroagrícolas
- A Reabilitação, Modernização e Inovação em Aproveitamentos Hidroagrícolas

Na organização destas Jornadas houve lugar a sessões técnicas de trabalho que foram organizadas de acordo com as 7 grandes “áreas temáticas” e, no seu âmbito, para além de 39 comunicações, foram apresentadas 9 conferências, proferidas por especialistas convidados, tendo estas em vista obter, essencialmente, uma primeira aproximação à temática em análise. As “conferências” apresentadas foram as seguintes:

- Rafaela Matos - Modelos Reduzidos de Obras Hidráulicas Associadas a Aproveitamentos Hidroagrícolas – 60 anos de inovação no LNEC
- Emanuel Maranha das Neves - O Novo Regulamento de Pequenas Barragens
- Hemetério Monteiro - O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Os Sub-sistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila
- J. Costa Miranda - Infra-estruturas de Adução e Regularização em Perímetros de Rega Colectivos
- João Campos - Conferência sobre a Engenharia nas Estações Elevatórias dos Aproveitamentos Hidroagrícolas
- Gonçalo Leal - Metodologias de Concepção e Dimensionamento de Sistemas de Rega por Aspersão
- Laura Caldeira - Planos de Observação em Barragens Hidroagrícolas – O papel do LNEC
- Joaquim Gusmão - Histórico da Implementação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas em Portugal
- Eduardo Oliveira e Sousa - Operação e Manutenção de Perímetros de Rega. A Importância da Engenharia Agronómica

Para além das comunicações, que foram objecto de apresentação pública oral, e das conferências houve ainda a possibilidade de apresentação de comunicações em poster. Estas, por limitações de tempo, foram objecto de apresentação oral conjunta e posteriormente de exposição em espaço próprio, tendo havido aí discussão/prestação de esclarecimentos pelos autores, em horário próprio.

Também foram apresentados 4 filmes temáticos sobre alguns aspectos de aproveitamentos hidroagrícolas nacionais

Foram ainda feitas duas visitas técnicas, uma ao Aproveitamento Hidroagrícola do Mondego e outra ao EFMA-Sub-Sistema do Ardila.

No âmbito destas Jornadas houve também lugar a uma exposição, que contou com os seguintes expositores:

- APRH
- DGADR
- EDIA
- Aqualogus
- Grundfos
- Prebesan
- Hubel
- Hidrenki

Comissão Organizadora

Presidente	Jorge Vazquez
Membros	António Campeã da Mota João Campos J. Costa Miranda Alexandra B. Carvalho Alexandra Serra

Comissão Científica

Presidente	Luís Santos Pereira
Membros	António Campeã da Mota António Pinheiro Isabel Grazina José Luís Teixeira Jorge Matos Laura Caldeira Manuela Matos Manuel Rijo Rafaela Matos Vicente de Seixas e Sousa



AS CONFERÊNCIAS

CONFERENCISTAS CONVIDADOS



Rafaela Matos

Investigador Coordenador, Directora do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC. Mais de 30 anos de experiência em investigação aplicada nos domínios da Hidrologia e Hidráulica Urbana, Regulação em Águas Residuais e em Normalização Europeia e Internacional, Avaliação de Desempenho de Serviços de Água.



Emanuel Maranha das Neves

É Professor Catedrático Jubilado do Instituto Superior Técnico, Presidente da Comissão de Segurança de Barragens e Presidente do Conselho da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Foi Presidente da Junta Autónoma das Estradas, Presidente da Academia de Engenharia, Bastonário da Ordem dos Engenheiros, Presidente da European Union Road Federation e Investigador Coordenador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.



Hemetério José Antunes Monteiro

Licenciado em Eng.^a Químico-Industrial (IST) e Especialista em Eng.^a Sanitária (UNL);

Na carreira profissional é Técnico Superior Assessor da Administração Pública; Foi Director de Serviços na Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Alentejo e Assistente convidado na Escola Nacional de Saúde Pública;

Foi Consultor temporário da OMS;

Exerceu funções de Assessoria nos Gabinetes Ministeriais da área do Ambiente, dos XIII e XIV Governos Constitucionais;

Exerceu funções de Vogal do Conselho de Administração da EDIA;

Foi Vice – Presidente da Comissão Directiva Nacional da APRH e Presidente do Núcleo Regional do Sul.



José Carlos da Costa Miranda

Engenheiro Civil e Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos (IST). Professor Auxiliar Convidado do IST (1972/2009), da Fac. Engenharia da Univ. Católica (2002/...). Sócio, Gerente e técnico da Hidrotécnica Portuguesa (1972/95). Chefe da Divisão da WS Atkins Portugal (1995/2007). Sócio e Gerente da AMBIO Lda. Consultor da EDIA – Emp. Desenvolv. das Infra-estruturas do Alqueva. Ex – Presidente da AP Recursos Hídricos.



João Edgar Rebelo Vicente Campos

Licenciado em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia (ISA);
Pós -Graduação em Hidráulica Agrícola, DGHEA, ISA e U.Évora, Lisboa 1978;
Course on Land Drainage, ILRI, IAC, Wageningen, Holland, 1981;
Director de Projecto e Fiscalização das Fontes e Jogos de Água da Parque EXPO'98;
Chefe de Divisão de Infra-Estruturas Hidráulicas, na Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2007/2009;



Gonçalo Leal

Gonçalo de Freitas Leal é engenheiro agrónomo (ISA) e M. Sc. in Soil Science and Water Management (Wageningen, Holanda). Desde 1978 que trabalha em estudos e projectos, em quatro vertentes principais: (i) irrigação; (ii) hidráulica fluvial; (iii) drenagem agrícola e urbana; (iv) hidrologia e recursos hídricos. Tem repartido a sua actividade entre instituições da Administração Pública (DGADR), do ensino superior (ESA Beja) e de consultoria (Hidroprojecto).



Laura Caldeira

É Directora do Departamento de Geotecnia e Investigadora Coordenadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Professora Catedrática Convidada do Instituto Superior Técnico. É Presidente da Sociedade Portuguesa de Geotecnia, membro da Academia de Engenharia, da Comissão de Segurança de Barragens, da Comissão de Revisão do Regulamento e das Normas de Barragens, do TC304 intitulado "Engineering Practice of Risk Assessment and Management" e do Grupo de trabalho de Análise de Risco de Barragens



Eduardo Manuel Drummond de Oliveira e Sousa

Nasceu em Lisboa em 1953. Formou-se em Engenharia Agronómica pelo ISA em 1977 e estagiou em Elvas em 1978;
Foi Chefe do Departamento Agrícola da Estação Zootécnica Nacional, e Assistente de Agricultura Geral, Máquinas Agrícolas e Pastagens e Forragens, em Santarém;
É Representante do Estado e Director Executivo da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia, cargo que exerce desde 1983, com interrupção entre 86 e 91, por ter sido, naquele período, o responsável pelo lançamento da cultura de beterraba açucareira após a aprovação de construção da única fábrica de açúcar de beterraba no continente, em Coruche.

TEMA 1

**OS GRANDES APROVEITAMENTOS
HIDROAGRÍCOLAS**

MODELOS FÍSICOS DE OBRAS HIDRÁULICAS ASSOCIADAS A APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS: 60 ANOS DE INOVAÇÃO NO LNEC

Teresa Viseu¹

Fernando Oliveira Lemos²

Rafaela Matos³

1. INTRODUÇÃO

O regadio tem sido, ao longo de milhares de anos, um factor de desenvolvimento humano, tendo as grandes civilizações da Antiguidade florescido graças a esta forma de agricultura. As barragens, ao armazenarem a água, permitem que esta esteja disponível nas épocas secas, assumindo, uma especial importância, para este tipo de agricultura, essencialmente praticado em climas mediterrânicos, como é o caso em Portugal. Assim sendo, torna-se evidente a importância das raízes históricas da engenharia de barragens, no nosso país, e que regista um desenvolvimento notório, na segunda metade do século XX, ao qual não é alheio o papel do LNEC, nomeadamente do Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas (NRE) do Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA).

A década de 1950 marca o início de uma intensa actividade do NRE, no domínio dos estudos em modelo físico dos órgãos de segurança e exploração de barragens, tendo sido, igualmente, a partir do início dessa época que foram elaborados largas dezenas de estudos em modelos de barragens, com fins exclusivamente hidroagrícolas.

A este número, há que somar um outro muito significativo de modelos de órgãos hidráulicos de barragens, com fins hidroenergéticos, que não são abordados neste documento, mas de que se destacam, em Portugal, os estudos das barragens do Douro Internacional, do Lindoso ou da Agueira; e, fora de Portugal, os estudos da barragem de Cahora Bassa.

Atualmente, estão a ser conduzidos vários estudos para as barragens inseridas no Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico, relativos aos descarregadores dos aproveitamentos de Foz Tua, Daivões, Alto Tâmega, Bogueira e Fridão.

O NRE tem colaborado, assim, na definição da solução final das estruturas hidráulicas dos principais aproveitamentos hidroagrícolas portugueses. Constituem exemplos de estudos em modelo, os referentes ao Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira (descarregadores das barragens da Meimoa e Sabugal), ao Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sado, de Campilhas e Alto Sado (descarregadores das barragens de Campilhas, Monte da Rocha, Fonte Serne, Pego do Altar e Vale do Gaió), ao Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sorraia (descarregadores das barragens de Montargil, Maranhão, Furadouro e Gameiro), ao Aproveitamento Hidroagrícola do Mira e de Silves, Lagoa e Portimão (descarregadores das barragens de Santa Clara e do Arade), e, mais recentemente, ao Aproveitamento associado aos projectos de regularização do rio Mondego e ao Aproveitamento para fins múltiplos de Alqueva.

¹ Investigadora Auxiliar do LNEC.

² Investigador-Coordenador aposentado do LNEC.

³ Investigadora-Coordenadora do LNEC.

Nas últimas décadas foram, igualmente, realizados largas dezenas de estudos em modelos físicos para regadios localizados fora do país, destacando-se, a título de exemplo, os descarregadores das barragens de Al Whada (numa primeira fase designada por M`Jara), em Marrocos, ou de Massingir, em Moçambique.

A experiência que foi ganha, com estes estudos, tem permitido ao NRE conceber e ensaiar formas hidráulicas alternativas ao projecto (algumas delas inovadoras) e que foram as, de facto, adoptadas, como solução construtiva. Esta experiência tem, igualmente, garantido ao NRE, o desenvolvimento das capacidades de apoio ao projecto, construção e exploração de barragens, no domínio da hidráulica.

2. OBJECTIVOS DA MODELAÇÃO FÍSICA EM ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Os estudos em modelo físico, ao permitir medir grandezas e visualizar os fenómenos naturais intervenientes, têm, no caso dos órgãos de segurança e exploração de barragens, o objectivo de analisar as condições de funcionamento hidráulico das formas de projecto, caracterizar as acções hidrodinâmicas que efectivamente actuam sobre as fronteiras sólidas do escoamento e, caso necessário, definir formas alternativas que tenham um melhor desempenho hidráulico ou, mantendo este desempenho, que representem uma maior economia de construção.

Os modelos físicos são utilizados usualmente para o estudo de descarregadores de cheias mas podem ser, igualmente, usados, com sucesso, para permitir estudar o escoamento em descargas de fundo e em circuitos hidráulicos, nomeadamente em tomadas de água e restituições.

No que diz respeito aos descarregadores de cheias, os objectivos do estudo em modelo envolvem normalmente a análise dos seguintes aspectos (Figura 1):

- condições de chegada e escoamento sobre a soleira, nomeadamente, para detecção de eventuais contracções introduzidas por pilares, e determinação do campo de pressões sobre a soleira;
- determinação de curvas de vazão (com abertura total e, eventualmente, parcial das comportas) e definição da lei de abertura das mesmas;
- caracterização do campo de pressões nas fronteiras sólidas com o escoamento;
- determinação do alcance dos jactos descarregados;
- análise do funcionamento e da eficiência da bacia de dissipação para diferentes caudais;
- estudo das erosões a jusante e medições de velocidades na restituição de caudais.

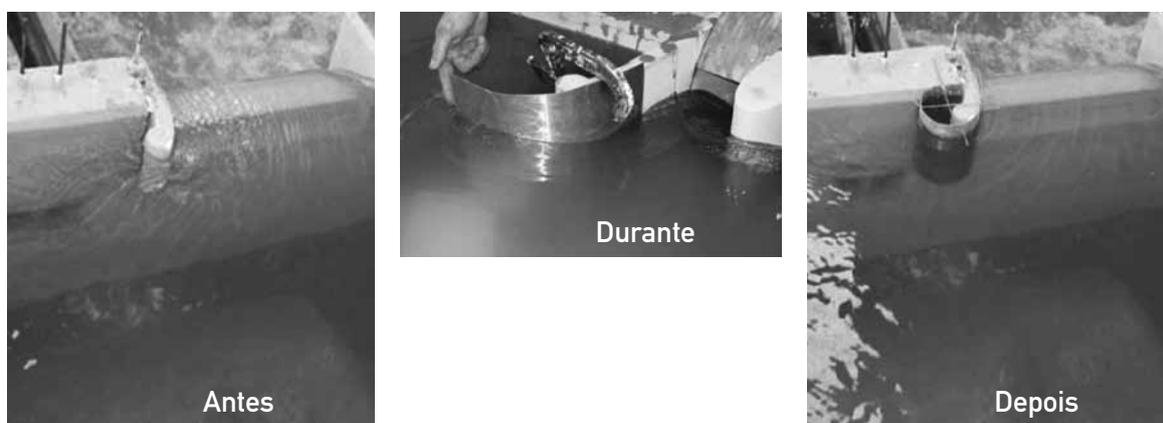


Figura 1 – Modelo físico de um descarregador frontal. Abordagem empírica para definição de formas alternativas no caso dos muros-guia na entrada

No que diz respeito aos órgãos de exploração de barragens, nomeadamente os circuitos hidráulicos para produção de energia, a realização de ensaios em modelo físico tem por objetivo a análise das condições de escoamento à entrada e à saída dos mesmos, tanto em turbinamento como em bombagem, e podem incluir a medição de velocidades nos planos das grades e de pressões em diversos pontos. Nas tomadas de água submersas, são, igualmente, realizados estudos para verificação da eventual tendência para a formação de vórtices e para definição de soluções que impeçam ou eliminem a respectiva ocorrência.

3. MODELOS FÍSICOS DE APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS EM PORTUGAL

A década de 1930 marcou o início em Portugal do planeamento de grandes aproveitamentos, visando o aumento da produção agrícola, pela irrigação dos campos. É nesta década que são publicados alguns decretos-lei com o objectivo de viabilizar as grandes realizações que se perspectivavam mas que apenas se iniciariam depois do final da 2ª Guerra Mundial.

De facto, é no ano de 1951 que se realizam no LNEC os primeiros estudos em modelo físico e que incidiram na análise das condições de funcionamento dos descarregadores de cheias das barragens de Campilhas (Figura 2, Abecasis, 1951) e do Arade (Abecasis, 1952). Merecem estes estudos ser referidos pelo pioneirismo que representaram, tendo sido possível, com escassos meios, realizá-los com sucesso, definindo soluções que provaram até aos nossos dias serem eficazes. Estes estudos permitiram ainda iniciar o processo de formação nesta área não só de investigadores como também de experimentadores e modeladores.

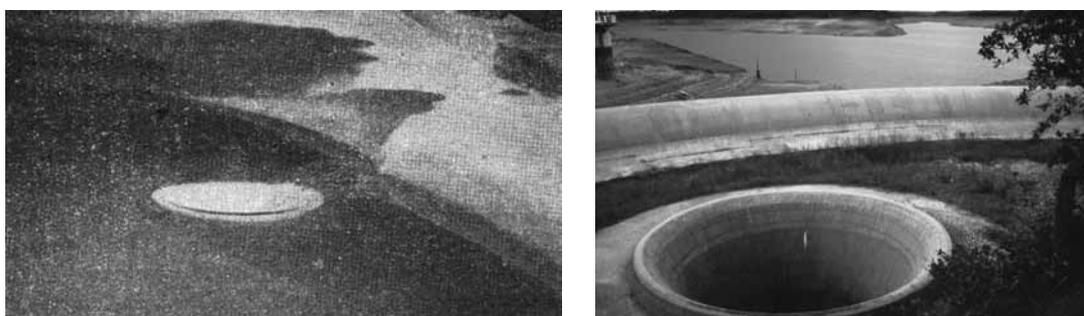


Figura 2 – Descarregador da barragem de Campilhas: Esq. – Aspecto do modelo físico (1951); Dir. - Protótipo (2006)

As obras de rega construídas nas décadas de cinquenta, sessenta e setenta cujos órgãos hidráulicos beneficiaram de estudos em modelo reduzido contam do Quadro 1. Abrangem no total algumas dezenas de obras e distribuem-se por todo o país, situando-se as mais importantes no Alentejo e Algarve e em Trás-os-Montes.

No Alentejo, prosseguindo o aproveitamento do rio Sado, foram realizados diversos modelos reduzidos de que se destacam os que dizem respeito aos órgãos hidráulicos das barragens do Roxo (Leitão, 1965), Monte da Rocha (Sousa, 1968) e Odivelas (Lemos, 1970). No Algarve, para além da barragem do Arade, foram conduzidos os estudos para a barragem da Bravura (Lencastre *et al.*, 1960). Em Trás-os-Montes, já na década de setenta, estudou-se em modelo físico o descarregador da barragem do Azibo (Magalhães, 1979).

Nestas três primeiras décadas foram, igualmente, conduzidos estudos para diversas obras nas bacias dos rios Tejo, Mira e Guadiana e de que se destacam os descarregadores das barragens do Maranhão (Lemos *et al.*, 1962), Montargil (Abecasis *et al.*, 1954), Divor (Carvalho, 1965), Caia (Leitão, 1967), Roxo (Leitão, 1965) e Santa Clara (Abecasis *et al.*, 1960).

Quadro 1 – Lista dos modelos físicos de órgãos hidráulicos de aproveitamentos hidroagrícolas portugueses estudados no NRE

BARRAGEM	DÉCADA	BARRAGEM	DÉCADA
Arade	1950-60	Santa Maria de Aguiar	1970-80
Campilhas		Minutos	
Vale do Gaio		Monte-Novo	
Maranhão		Fronhas	1980-90
Montargil		Meimoa	
Furadouro		Corgas	
Gameiro		Sabugal	
Santa Clara	Santa Maria de Aguiar		
Divor	Ranhados		
Rio Caia	Apartadura	1990-2000	
Ribeira do Roxo	S. Domingos		
Monte da Rocha	Alijó		
Odivelas	1970-80	Funcho	2000-2010
Crato		Arcossó	
Alvito		Enxoé	
Vigia		Abrilongo	
Penha Garcia		Alqueva	
Morgável		Pedrogão	
Lucefecit		Odelouca	
Azibo		Alvito	

No último quartel do século XX verificou-se em Portugal um abrandamento do ritmo de construção de grandes barragens. Por um lado, no que diz respeito a aproveitamentos hidroagrícolas, tendeu-se para a realização de estruturas de menores dimensões; por outro, intensificou-se a aposta em obras de fins múltiplos, de que é um exemplo importante o aproveitamento do rio Mondego, envolvendo a produção de energia, rega e controlo de cheias (Cunha, 1969; Gonçalves Henriques, 1976; Ramalho, 1982). No âmbito deste aproveitamento foram realizados no NRE os estudos em modelo das barragens de Fronhas e do açude-ponte de Coimbra, todas na década de oitenta (Ramos, 1978; Ramos, 1979).

No entanto, nas décadas de 1980 e 1990 são de salientar os estudos realizados para as barragens construídas no âmbito do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira, Meimoa (Magalhães, 1976) e Sabugal (Magalhães, 1982)) e os estudos conduzidos para um número importante de barragens no Alentejo e no Algarve, nomeadamente Funcho (Melo, 1992), Enxoé (Martins e Viseu, 1996) e Abrilongo (Martins e Viseu, 1998), e Arcossó (Martins e Viseu, 1995) em Chaves.

Por fim, uma referência para os estudos conduzidos na primeira década do século XXI e que são em particular relacionados com a construção dos diversos sub-sistemas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, envolvendo a modelação física dos descarregadores das barragens de Alqueva (Ramos, 1998), Pedrogão (Melo, 2003) e do canal de rega do Alvito (Viseu, 2006).

4. MODELOS FÍSICOS DE APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS NO MUNDO

No domínio da modelação física, a participação internacional do NRE tem sido muito significativa, apresentando o Quadro 2 uma lista dos estudos realizados.

Quadro 2 – Lista dos modelos físicos de órgãos hidráulicos de aproveitamentos internacionais estudados no NRE

PAÍS	BARRAGEM	PAÍS	BARRAGEM
ESPAÑA	Siles	BRASIL	Salto Funil
	Undúrraga	COLÔMBIA	Alto Sinú-Urra
	Barriga		Salvajina
	Canjáyar	VENEZUELA	El Dilúvio
	Puentes	ANGOLA	Dungo
	Bellús		Cacombo
	Rules		Cambambe
	Víboras		Gove
	Tous		Quiminha
	Priañes		Lomaum
	El Berbel	MOÇAMBIQUE	Massingir
	Sallente		Umbeluzi
	Riegos de Levante – Alicante		Cahora-Bassa
	Villagudin		Revué
	Albarellos	GUINÉ-BISSAU	Saltinho
	Belesar	ÁFRICA DO SUL	Drakensberg
	Palmiet		
TURQUIA	Ak-Tepe	ARGÉLIA	Djema Aval
MARROCOS	Al Wahda (comportas)		Mazafran
	Aoulouz		Koudiat Acerdoune
	M'Jara (descarregador)		Keddara
ÍNDIA	Dul Hasti		Oued Djer
TAILÂNDIA	Tha Dan		Harrezza
BRASIL	Madeira Lavrada		Lekhal

A actividade desenvolvida até à data traduz-se na realização de estudos na Europa (Espanha e França), África (África do Sul, Angola, Argélia, Guiné-Bissau, Marrocos e Moçambique), Ásia (Turquia, Índia e Tailândia) e América (Brasil, Colômbia e Venezuela). A proximidade física justifica a predominância de estudos realizados para Espanha e para os países do Norte de África (Marrocos e Argélia); razões históricas justificam o elevado número de estudos empreendidos para os países de expressão portuguesa.

O primeiro estudo internacional consistiu na análise das condições do escoamento no descarregador da barragem do Salto de Funil, no Brasil, no ano 1959 (Lemos *et al.*, 1959). No entanto, salientam-se, em particular, alguns estudos de descarregadores de grandes dimensões associados a aproveitamentos hidroagrícolas, nomeadamente os dos órgãos hidráulicos das barragens do Gove (Teixeira Sousa, 1968) e da Quiminha (Lemos, 1966), em Angola, da barragem de Massingir (Figura 3; Lopes Gouveia, 1970), em Moçambique, e da barragem de Al Whada, cujo descarregador está dimensionado para 12 000 m³/s, em Marrocos (Magalhães, 1978; Cardoso, 1982; Melo, 1994).



Figura 3 – Barragem de Massingir: Esq. - Aspecto do modelo físico; Dir. - Protótipo (2009, cortesia de João Marcelino)

5. INOVAÇÃO EM MODELAÇÃO DO ESCOAMENTO EM ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Os estudos em modelo físico visam essencialmente analisar as condições de funcionamento hidráulico e caracterizar as ações hidrodinâmicas que atuam sobre as fronteiras sólidas do escoamento em descarregadores de cheias, descargas de fundo, tomadas de água e restituições de circuitos hidráulicos.

A forma de abordagem, de índole física, tem dado passos importantes nos anos mais recentes no que se relaciona com as técnicas de aquisição e registo de grandezas físicas, nomeadamente de alturas de água, velocidades do escoamento, caudais e pressões nas estruturas.

Por outro lado, também a forma de abordagem com base na modelação numérica aplicada à simulação de escoamentos com superfície livre em estruturas hidráulicas com fronteiras complexas tem constituído, nos anos mais recentes, um desafio de investigação. Note-se que neste contexto há também lugar para a modelação física e, em particular, na sua utilização como referência para a calibração de modelos numéricos (Figura 4).

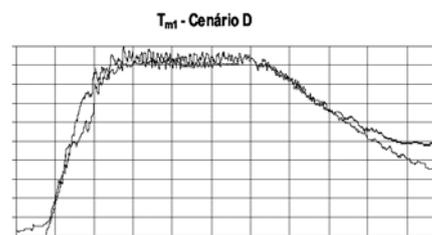


Figura 4 – Vale do rio Arade: Esq. - Aspecto do modelo físico (2003); Dir. - Comparação entre medições em modelo físico e resultados numéricos (Viseu, 2011)

Do exposto conclui-se que a inovação e a investigação na modelação do escoamento em estruturas hidráulicas aparecem, assim, essencialmente em duas áreas:

- nas novas tecnologias de medição de grandezas para uso em modelos físicos;
- na modelação numérica dos escoamentos.

Novas tecnologias de medição e registo de grandezas físicas

Como foi referido, actualmente, a análise do comportamento do escoamento em estruturas hidráulicas com base na modelação física continua a ser uma peça imprescindível para o dimensionamento destas estruturas. Os avanços mais recentes na investigação na área das estruturas hidráulicas devem-se essencialmente à possibilidade de utilização de meios informáticos potentes e de sensores de medição tecnologicamente avançados para medição, análise e registo de grandezas hidráulicas, assim como de visualização do escoamento.

Tradicionalmente, as pressões eram, nos modelos físicos, medidas por piezómetros, as velocidades, por molinetes e os caudais, por descarregadores Bazin, ou seja, utilizavam-se métodos manuais que envolviam recursos humanos importantes para apoio na experimentação. Nos anos mais recentes, têm sido gradualmente realizados investimentos no estudo e teste de novos sistemas de aquisição de grandezas em instalações hidráulicas e de *software* de processamento de dados que permitem, em particular, dar a conhecer o campo de velocidades e das pressões por instrumentação “não invasiva”, melhorando, em simultâneo, o conhecimento de novas técnicas de medição em modelação física.

Assim, e frequentemente na sequência de investigação realizada no âmbito de instalações experimentais de apoio a teses de doutoramento, tem-se generalizado, aos modelos físicos, o uso de transdutores de pressão para medição de pressões e de alturas de água (Viseu, 2006; Melo, 2001) bem como o uso de caudalímetros para medição de caudais, caminhando-se, para o mesmo efeito, para a multisensorização dos níveis e das velocidades (Amaral *et al.*, 2012-a). Para a medição de velocidades têm sido testados com sucesso outros sensores (Figura 5): tubos de pitot acoplados a transdutores diferenciais de pressão e velocímetros da categoria dos ADV (Acoustic Doppler Velocimeters), nomeadamente UVP e vectrinos (Alves, 2008; Fernandes *et al.*, 2010; Baceiro e Amaral, 2012).

Outras tecnologias de medição atualmente em fase de experimentação relacionam-se com as técnicas de processamento de imagem por recurso ao registo de câmaras digitais de fotografia e vídeo para deteção da posição da superfície livre, levantamento de perfis de erosão e sedimentação bem como para cálculo das alturas de água em canais.



Figura 5 – Sensores para medição de velocidades: Esq. – vectrino; Dir. – UVP

Modelação numérica dos escoamentos em estruturas hidráulicas

No que diz respeito à modelação numérica, continua a ser insuficiente a aplicação de métodos computacionais para o estudo de escoamentos com superfície livre em estruturas hidráulicas, nomeadamente em descarregadores. Com efeito, tratam-se de estruturas onde a geometria e o tipo de escoamentos são complexos e onde a intensidade da turbulência e o campo de velocidades

(rapidamente variáveis) são frequentemente impostos pela geometria de canais e túneis e pelas estruturas de dissipação de energia. Assim, a hidrodinâmica deste tipo de escoamentos levanta diversos problemas para a modelação numérica nomeadamente no que se refere à co-existência de regimes lentos e rápidos, ao desenvolvimento da camada limite turbulenta e ao arrastamento de ar bem como ao facto da posição da superfície livre ser desconhecida.

Por estas razões, a modelação numérica do escoamento em descarregadores continua a ser pouco frequente mas, não obstante estas dificuldades, o avanço da tecnologia computacional das últimas décadas tem permitido, para algumas condições, a resolução numérica das equações representativas dos escoamentos, sendo nos dias de hoje possível encontrar simulações do escoamento tridimensional, multifásico, transiente, turbulento. São simulações que, dependendo da malha de cálculo estabelecida e do grau de precisão dos resultados, podem demorar horas, dias ou meses.

De salientar nesta área, o grande desenvolvimento dos modelos da dinâmica dos fluidos computacional (*Computational Fluid Dynamics* – CFD, na terminologia inglesa) que constituem já hoje ferramentas capazes de reproduzirem numericamente os fenómenos de transporte em escoamentos em muitos domínios de simulação e têm sido cada vez mais utilizados em hidráulica. A Figura 6 ilustra um aspecto da aplicação do modelo CFD STAR-CCM+ à instalação experimental para estudo do escoamento em descarregadores em degraus existente no NRE:

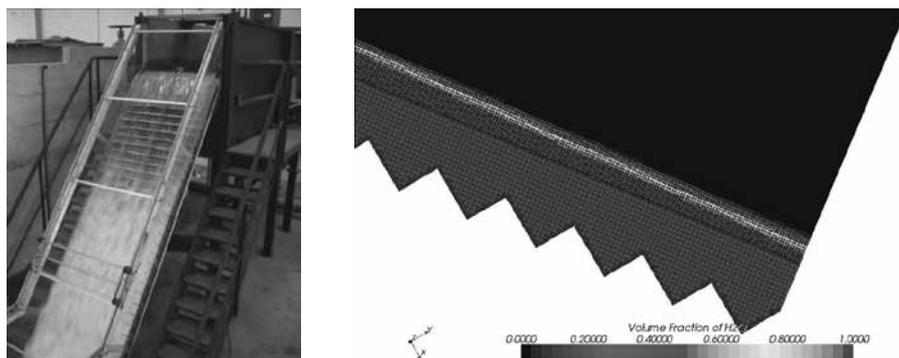


Figura 6 – Descarregador em degraus do NRE: Esq. – Aspecto da instalação experimental; Dir. – Andamento da superfície livre junto aos últimos degraus calculado por simulação numérica com modelo STAR-CCM+ (Meireles *et al.*, 2011)

6. O FUTURO DA MODELAÇÃO FÍSICA: DESAFIOS EM TEMPOS DE MUDANÇA

Da presente análise, conclui-se não haver qualquer razão para que os modelos físicos de estruturas hidráulicas alguma vez deixem de ser utilizados. Estes modelos constituem uma valia incontornável, em certos domínios de escoamento particularmente complexos, constituindo, nomeadamente, a única ferramenta fiável quando a modelação numérica não está disponível.

No futuro, a tendência natural reside, no entanto, no crescimento sensível da modelação numérica, validada com base na modelação física.

Realce-se que o estudo do escoamento em estruturas hidráulicas pode beneficiar de uma abordagem conjunta entre a modelação física e a modelação numérica. Com efeito, um modelo físico pode ser construído com base na otimização das formas conseguidas por um modelo matemático. Desta forma, conseguir-se-á uma redução de tempo no estudo, já que o esforço numérico pode ser realizado durante a construção do modelo. Assim, a combinação de modelos numéricos e modelos físicos pode representar ganho de eficácia e eficiência, sem que o papel inegável da modelação física seja desvalorizado.

Com efeito, os modelos físicos têm a vantagem não só de permitir uma representação global do escoamento (com uma visibilidade que facilita a tomada de decisão por parte de entidades que não sejam da área de engenharia civil), como, também, se podem revelar, nalguns casos, relativamente pequenos e económicos.

Este aspecto económico tem sido, ultimamente, beneficiado pelo uso de novos materiais na construção e pela tecnologia de Controlo Numérico Computorizado (CNC), fundamentais para otimizar, acelerar, automatizar e modernizar a construção de estruturas hidráulicas, em modelo físico.

De notar que a aposta na evolução das técnicas e meios de medição (sensores, tratamento de imagens, medição em tempo real) se tem revelado fundamental para obter ganhos de precisão nos resultados e, assim, alargar o espectro de aplicação.

De notar, igualmente, que a hidráulica experimental não se esgota nos modelos físicos e que haverá sempre lugar não só para a investigação experimental aplicada, bem como para a constante necessidade de fazer medições na natureza. Tal é a realidade do NRE, onde decorrem, actualmente e, em simultâneo, ensaios nas seguintes instalações experimentais (Figura 7): Canal de Inclinação Variável (CIV), actualmente dedicado ao estudo de erosões em pontes (Moreno e Couto, 2012), canal "Veiga da Cunha" (dedicado ao estudo de cheias em leitos compostos (Fernandes *et al*, 2011)), canal destinado ao estudo de sedimentação em albufeiras (Rossatto e Alves, 2011), canal para estudo experimental de rotura de aterros (Amaral *et al*, 2012-b) e canal para estudo de passagens para peixes (Branco *et al*, 2011).

Existem ainda outras quatro instalações experimentais, destinadas ao estudo da dissipação de energia em estruturas hidráulicas (nomeadamente envolvendo estudos do ressalto hidráulico e de jactos) e ao estudo de descarregadores em degraus e descarregadores em blocos de betão sobre barragens de aterro.



Figura 7 – Investigação experimental conduzida actualmente no DHA (2012)

A sustentabilidade futura da actividade do DHA, na área da modelação física, terá, naturalmente, de continuar a assentar na oferta de serviços à escala global, assim como na partilha das infra-estruturas e do conhecimento, com instituições nacionais e internacionais que desenvolvem atividade na investigação, no projecto, construção e exploração de estruturas hidráulicas.

BIBLIOGRAFIA

- ABECASIS, F. (1951) - Ensaio hidráulico do evacuador de cheias da barragem de Campilhas. LNEC, Lisboa, Novembro.
- ABECASIS, F. (1952) - Ensaio hidráulico do descarregador de superfície da barragem de Silves. Estudo teórico-experimental do descarregador da superfície. LNEC, Lisboa, Setembro.
- ABECASIS, F.; LENCASTRE, A.; MARTINS, N. (1954) - Ensaio hidráulico dos órgãos de segurança da albufeira de Montargil. Parte I. Estudo teórico-experimental da testa de montante da galeria de desvio. LNEC, Lisboa, Julho.
- ABECASIS, F.; LENCASTRE, A.; MARTINS, N. (1954) - Ensaio hidráulico dos órgãos de segurança da albufeira de Montargil. Parte I. Estudo teórico-experimental da testa de montante da galeria de desvio. LNEC, Lisboa, Julho de.
- ABECASIS, F.; LENCASTRE, A.; MARTINS, N. (1960) - Ensaio hidráulico da barragem de Santa Clara. LNEC, Lisboa, Julho.
- ALVES, E. (2008) - Sedimentação em albufeiras por correntes de turbidez. Tese de doutoramento em Engenharia Civil, IST, Lisboa, Dezembro.
- AMARAL, S., PALMA, J., MORAIS, P., GARCIA BECEIRO, P., FERREIRA, R.M.L., VISEU, M.T. (2012-a) - Métodos de medição de velocidades, de caudal e de monitorização da evolução temporal de brechas decorrentes da rotura por galgamento de barragens de terra. MEFTE – Conferência Nacional em Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica e Energia. LNEC, 28 e 29 de Maio de 2012 (submetida).
- AMARAL, S., FERREIRA, R.M.L., VISEU, M.T. (2012-b) - Failure by overtopping of embankment dams. Preliminary laboratory tests results. PIRE project workshop on modelling of Flood Hazards and Geomorphic Impacts of Levee Breach and dam failure 2012, 15-17 February, Auckland, New Zeland.
- BECEIRO, P.; AMARAL, S. (2011) - Pequeño manual de uso de sondas ultrasónicas para la medición de perfiles de velocidad instantánea (UVP) - UVP Monitor – Model UVP DUO – MetFlow. Manual para uso interno, LNEC, Lisboa, Outubro.
- CARDOSO, A. H. (1982) - Essais hydrauliques sur modèles réduits de l'évacuateur de crues, des vidanges de fond et de la dérivation provisoire du barrage de M'Jara. LNEC, Lisboa, Junho.
- CARVALHO, R. G. (1963) - Ensaio hidráulico do evacuador de cheias do aproveitamento hidroagrícola de Graça do Divor. Relatório, DHFU, LNEC, Lisboa, Junho.
- BRANCO, P.J., SILVA, A.T., SANTOS, J.M., FERREIRA, M.T., VISEU, T., KATOPODIS, C. AND PINHEIRO, A.N. (2011) - "Substrate density influences fish passage success in pool-type fishways". Proceedings of the EUROMECH Colloquium 523 - Ecohydraulics: linkages between hydraulics, morphodynamics and ecological processes in rivers. Clermont-Ferrand, France, 15-17 June 2011. pp 115-120.
- CUNHA, L. V. (1969) - Regularização do rio Mondego a jusante de Coimbra. Estudo do transporte sólido. Relatório, DHF, LNEC, Lisboa, Março.
- FERNANDES, J.N.; LEAL, J.B.; CARDOSO, A.H.; PINTO, D. (2010) - Escoamento em Canais de secção composta – Caracterização experimental e modelação 1D. Proceedings do 10º Congresso da Água, Alvor, Março.
- FERNANDES, J.N.; LEAL, J.B.; CARDOSO, A.H. (2011) - Flow structure in a compound channel with smooth and rough floodplains Poster apresentado no VI EWRA International Symposium - Water Engineering and Management in a Changing Environment", Catania, Itália, 29 Junho a 2 de Julho 2011.
- GONÇALVES HENRIQUES, A. (1976) - Regularização do rio Mondego a jusante de Coimbra. Modelo matemático do sistema de leitos regularizados. Concepção do modelo matemático e apresentação do programa de cálculo automático. Relatório, DHF, LNEC, Lisboa, Maio.
- LEITÃO, J. L. (1965) - Ensaio hidráulico do aproveitamento hidroagrícola do rio Caia. Relatório, DHFU, LNEC, Lisboa, Abril.

LEITÃO, J. L. (1965) - Ensaio hidráulico do aproveitamento hidroagrícola da ribeira do Roxo. LNEC, Lisboa, Dezembro.

LEMOS, F. O.; LENCASTRE, A.; ABECASIS, F. (1959) - Ensaio hidráulico dos órgãos de segurança do aproveitamento do Salto de Funil. Relatório, SHF, LNEC, Lisboa, Março.

LEMOS, F. O. (1966) - Estudo hidráulico em modelo reduzido da galeria de derivação provisória e do evacuador de cheias da barragem de Quiminha. Relatório, DHFU, LNEC, Lisboa, Maio.

LEMOS, F. O. (1970) - Erosões a jusante dos órgãos de descarga da barragem de Odivelas. Relatório, DEH, LNEC, Lisboa, Outubro.

LENCASTRE, A.; LEMOS, F. O.; CABRITA, E. (1960) - Observação das erosões a jusante das obras de descarga e dos assoreamentos nas albufeiras. Aproveitamento de Odeáxere. LNEC, Lisboa, Março.

LOPES GOUVEIA, R. M. (1970) - Ensaio hidráulico do modelo reduzido do aproveitamento de Massingir. Evacuador de cheias. Relatório, DEH, LNEC, Lisboa, Julho.

MAGALHÃES, A. P.; MARTINS, R. B. (1976) - Estudo hidráulico em modelo do aproveitamento hidroagrícola da Cova da Beira (barragem da Meimoa). LNEC, Lisboa, Janeiro.

MAGALHÃES, A. P. - Estudo hidráulico (sumário) em modelo reduzido bidimensional da derivação provisória, da descarga de fundo e da tomada de água da barragem do Azibo. Relatório, LNEC, Lisboa, Agosto de 1979.

MAGALHÃES, A. P. (1978) - Essais hydrauliques sur modèles réduits de l'évacuateur de crues, des vidanges de fond et de la dérivation provisoire du barrage de M'Jara. LNEC, Lisboa, Dezembro.

MAGALHÃES, A. P. - Estudo hidráulico em modelo do descarregador de cheias da barragem do Sabugal. LNEC, Lisboa, Abril de 1982.

MARTINS, R. B.; VISEU, T. (1995) - Estudo em modelo hidráulico do descarregador de cheias da barragem de Arcossó. LNEC, Lisboa.

MARTINS, R. B.; VISEU, T. (1996) - Estudo em modelo hidráulico do descarregador de cheias da barragem de Enxoé. LNEC, Lisboa, Novembro.

MARTINS, R. B. (1998) - Apreciação ao desempenho hidráulico do descarregador de cheias projectado para a barragem de Abrilongo. LNEC, Lisboa, Outubro.

MEIRELES, I.; FILONOVICH, M.; AMARAL, S. (2011) - Simulação do escoamento sobre um descarregador em degraus com o STAR CCM+. Trabalho apresentado para a disciplina de Mecânica de Fluídos Computacional do Departamento de Engenharia Mecânica do IST, Lisboa.

MELO, J. F. (1992) - Barragem do Funcho. Estudos complementares da bacia de dissipação. LNEC, Lisboa, Abril.

MELO, J. F. (1994) - Barragem al Wahda - vidange de fond. Étude hydraulique sur modèle réduit des pertuis et des vannes. LNEC, Lisboa, Abril.

MELO, J. F. (2003) - Barragem de Pedrógão. Estudo em modelo reduzido do descarregador de cheias e da descarga auxiliar. Relatório 130/2003, LNEC, Lisboa, Maio.

MELO, J.F. (2006) - Acções hidrodinâmicas em soleiras de bacias de dissipação de energia por jactos. Tese de doutoramento em Engenharia Civil, IST, Lisboa, Dezembro.

MORENO, M.; COUTO, L. T. (2012) - Evolución Temporal de la Profundidad de Erosión Local junto de Pilas de Puentes de Geometria Compleja. XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. San José, Costa Rica, 9 al 12 de Setiembre (aceite para publicação).

RAMALHO, J. A. (1982) - Ensaio hidráulico em modelo reduzido do leito central do Baixo Mondego. LNEC, Lisboa, Fevereiro.

RAMOS, C. M. (1978) - Estudo da estabilidade das grades metálicas de protecção instaladas nos circuitos hidráulicos dos grupos da central da Aguieira. LNEC, Lisboa, Dezembro.

RAMOS, C. M. (1979) - Estudo hidráulico em modelo reduzido das estruturas de descarga da barragem de Fronhas. LNEC, Lisboa, Março.

RAMOS, C. M. - Empreendimento de fins múltiplos de Alqueva. Descarregadores de superfície e descarregadores de meio fundo. Relatório n.º 257/98, LNEC, Lisboa, Outubro de 1998.

ROSSATTO, R.; ALVES, E. (2011) - Experimental study of turbidity currents flow around obstacles. 7th Int. Symp. on Stratified Flows, Rome, Italy, August 22 – 26.

SOUSA, E. T. (1968) - Estudo hidráulico em modelo reduzido da galeria de derivação provisória e do evacuator de cheias do aproveitamento de Monte da Rocha. LNEC, Lisboa, Maio.

TEIXEIRA SOUSA, E. M. (1968) - Ensaio hidráulico da galeria de desvio e do descarregador de cheias do Gove. Relatório, DEH, LNEC, Lisboa, Julho.

WISEU, T.; MAGALHÃES, A.P. (2006) – Estudo hidráulico em modelo reduzido da obra de saída da tomada de água da albufeira do Alvito. Relatório 260/06, LNEC, Lisboa.

WISEU, T. (2006) – Segurança dos Vales a Jusante de Barragens. Metodologias para Apoio à Gestão do Risco. Tese de doutoramento em Engenharia Civil, IST, Lisboa, Janeiro.

WISEU, T., ALMEIDA, A.B. e AMARAL, S. (2011) – Comparison between 1D and 2D dam-break flood numerical models. Proceedings do 6th International Conference on Dam Engineering, LNEC, Lisboa, Fevereiro.

O PROJECTO DO NOVO REGULAMENTO DE PEQUENAS BARRAGENS

Emanuel Maranha das Neves¹

1. INTRODUÇÃO

O projecto de pequenas barragens (definidas de acordo com o actual Regulamento de Segurança de Barragens, Decreto-Lei nº 409/93) tem como aspecto digno de nota a possibilidade de ocorrência de dificuldades que podem ser, na sua detecção e resolução, tão complexas como as das grandes barragens. Em contrapartida os meios à disposição para ensaios e estudos são proporcionalmente muito inferiores aos que são usados quando se trata de grandes barragens e normalmente os donos de obra têm recursos económicos mais limitados. Esta é pois uma realidade que uma regulamentação da segurança não pode deixar de ter em atenção. Um regulamento de pequenas barragens deve ter características bem diferentes de um aplicável às grandes barragens, o que de modo algum acontece com o actual RPB. Na realidade, este último tem-se revelado de muito difícil aplicação na prática, opinião partilhada pelas entidades responsáveis pela política da segurança e pelos donos de obra.

O projecto do novo regulamento é muito simples na sua estrutura: descreve o âmbito, indica a autoridade que aprova o projecto, autoriza a construção e superintende toda a actividade relacionada com este tipo de obras e refere as competências para projectar, construir e dirigir a construção. Do ponto de vista técnico apenas indica certos requisitos de projecto que são de cumprimento imperativo. E é tudo.

Outra questão pertinente tem a ver com a própria definição do que deve ser considerada uma pequena barragem. É assunto a que se voltará mais à frente.

2. O PROJECTO DO NOVO RPB E O GUIA PARA O PROJECTO, CONSTRUÇÃO, EXPLORAÇÃO E REABILITAÇÃO DE PEQUENAS BARRAGENS

A pergunta óbvia é: onde é então dado aquele conjunto de informações sobre o projecto, a construção e a exploração destas obras, como é o caso do regulamento das grandes barragens? Será dado num documento (designado aqui provisoriamente por Guia) a publicar pelo Ministério da Tutela. E sendo sabido que as barragens não são praticamente tratadas no ensino da engenharia, esse texto orientador trata a generalidade dos aspectos ligados a pequenas barragens. Representa assim um conjunto de procedimentos que devem ser seguidos, ou, quando se adoptarem soluções alternativas, estas devem ser adequadamente justificadas.

Este Guia não pode ser denominado Norma, já que, para que assim pudesse ser, teria de obedecer, na sua feitura e divulgação, às regras do Instituto Português da Qualidade (IPQ), entidade que preside a toda a organização e funcionamento da actividade de normalização em Portugal. Como é sabido, o IPQ filia-se no European Committee for Standardization (CEN), entidade não governamental europeia que coordena as acções com vista ao estabelecimento de normas europeias.

¹ Professor Catedrático do Instituto Superior Técnico - emn@civil.ist.utl.pt; emanuelmaranhadasneves@gmail.com

Em Portugal e na generalidade dos países do Sul da Europa, coexistem ainda regulamentos (que têm o estatuto de lei) e normas europeias (NE), como é o caso dos Eurocódigos. Estes visam assegurar a segurança e funcionalidade das estruturas que são objecto da actividade no âmbito da engenharia civil. De qualquer modo todos os Regulamentos, num futuro mais ou menos próximo, terão deixado de existir em favor das Normas Europeias (melhor, das correspondentes Normas Portuguesas).

A vantagem de um Guia, é que este pode ser alterado (quando os profissionais reconhecidos nesta área, como sucede num processo de actividade de normalização, o entenderem) sem que seja necessário, como é o caso dos regulamentos, passar por toda a lentíssima “via sacra” que implica uma anuiação governamental duma modificação, ainda que pequena e óbvia.

Em matéria de Normas Portuguesas aplicáveis há que referir, principalmente, os anteriormente citados Eurocódigos. No que diz respeito às pequenas barragens de aterro, e no caso particular do Eurocódigo 7 que refere textualmente aquelas estruturas, esta NP é-lhes logicamente aplicável, bem como às fundações de todos os tipos de pequenas barragens.

Entretanto, face sobretudo à falta de informação no Ensino Superior no que respeita a barragens, foi preparado um curso que versa, dum forma bastante mais extensa, os assuntos tratados no Guia. É em princípio ministrado pelos que estão a elaborar o Guia e é dirigido a engenheiros envolvidos nos estudos de localização, geológicos, de quantificação e caracterização dos materiais, nos estudos hidrológicos nos projectos, na construção e na exploração destas estruturas e dos seus órgãos hidráulicos. Mas também aos que na Administração se dediquem à apreciação dos respectivos projectos. Estes curso, cuja primeira edição teve lugar em Novembro de 2011, é da responsabilidade do INAG, LNEC, IST e ISEL. Um aspecto fundamental para a segurança destas obras tem a ver com a construção: qualidade em geral, respeito pelo projecto e especificações construtivas.

A preparação da fundação de todo o corpo da barragem é da maior importância apresentando-se os procedimentos mais adequados. No caso de barragens de aterro, a compactação é fundamental devendo realizar-se um controlo eficaz visando a satisfação do preconizado no projecto no que respeita à compactação e teor em água do material colocado. O mesmo se pode dizer dos filtros e drenos quer se trate de órgão em geomateriais naturais ou processados ou ainda em geossintéticos.

3. SOBRE UM PROJECTO TIPO PARA PEQUENAS BARRAGENS DE ATERRO

Muito relevante é a proposta, no Guia, de uma categoria de pequenas barragens a que são aplicáveis regras muito simples e claras que permitem materializar um projecto com a segurança adequada. Trata-se de um dimensionamento por medidas prescritivas. Para essa mesma categoria de barragens são apresentadas disposições construtivas completas, eficientes e praticáveis.

Naturalmente são definidas as condições que permitem que uma dada obra se enquadre nesta categoria particular de pequenas barragens. A fundação da barragem é a que pode levantar mais problemas, já que um reconhecimento geotécnico desejável perante uma dada realidade do terreno pode não ser praticável devido aos custos. É uma parte do Guia onde tem de haver necessidade de grande engenho para minimizar de forma aceitável os potenciais efeitos desta situação.

É claro que, muito embora esta categoria de obras seja estabelecida para abranger uma parte substancial do que se considera ser em Portugal o universo das pequena barragens, alguns casos não poderão ser abrangidos. Nem aos donos de obra e projectistas se pode negar a possibilidade de apresentar projectos que entendam desenvolver de outra forma justificadamente segura. Para esses casos, o Guia, como já se referiu, desenvolve essas matérias de forma considerada adequada.

4. SOBRE O PROJECTO DE RPB

Já anteriormente se referiu que se tratava de um documento muito simples e prático. Assim, quanto ao domínio de aplicação, refere-se obviamente a definição de pequena barragem que consta do actual RSB (estão previstas alterações, como se verá em 4). Estão referidas os procedimentos a seguir pela Autoridade e Dono de Obra no que diz respeito ao projecto, à construção ao primeiro enchimento e exploração. Também é estabelecida a qualificação para os técnicos que forem os responsáveis pelo projecto, pela construção e pela exploração das barragens. Também é indicada a qualificação a exigir ao empreiteiro.

Quanto às disposições técnicas são as seguintes:

- Adoptar um período de retorno mínimo de 500 anos, excepto para obras da classe III (ver RSB) com albufeiras com capacidade de armazenamento inferior a 100 000 m³, para as quais se pode adoptar um período de retorno mínimo de 100 anos;
- No caso de barragens de aterro:
 - a) a folga (diferença entre o nível de máxima cheia e a cota do coroamento, não considerando a guarda nem a sobreelevação) tem de ser igual, ou superior a 1 m;
 - b) a largura de coroamento não pode ser inferior a 3 m;
 - c) os descarregadores de cheias não podem ser munidos de comportas nem terem fundação no corpo da barragem;
- No caso de descarregadores em canal de encosta estes têm de ter uma estrutura de entrada com um vão livre maior ou igual a 3 m;
- Os descarregadores têm de estar completamente desobstruídos durante a exploração, não sendo mesmo permitida a sua parcial obstrução, nomeadamente com sacos de terra, redes ou quaisquer outros meios;
- As condutas de descarga de fundo não podem ter contacto directo com os aterros.

No caso de barragens da classe II, além das disposições anteriores aplicáveis, há que dotar as essas barragens de tomada de água e descarga de fundo, munidas de comporta a montante, podendo aceitar-se que uma única conduta desempenhe as duas funções. Terá de assegurar-se que se instala um dispositivo que forneça informação fiável sobre o nível da água a montante da barragem (nível da água na albufeira).

Finalmente são indicados procedimentos a adoptar no caso de perigo de rotura da estrutura, estabelecem-se condições aplicáveis a barragens em fase de construção ou de exploração à data da publicação do regulamento, bem como as penalizações por incumprimento das disposições do regulamento. São, ao todo, 10 artigos.

5. SOBRE A DEFINIÇÃO DE PEQUENA BARRAGEM

O RSB aplica-se:

- a) A todas as barragens de altura igual ou superior a 15 m, medida desde a cota mais baixa da superfície geral das fundações até à cota do coroamento, ou a barragens de altura igual ou superior a 10 m e cuja a albufeira tenha uma capacidade de armazenamento superior 1 hm³;
- b) Às barragens de altura inferior a 15 m que não estejam incluídas na alínea anterior e cuja a albufeira tenha uma capacidade superior 100 000 m³;

Estão ainda sujeitas às disposições do RSB outras barragens que em resultado de aprovação de projectos ou de estudos de avaliação de segurança sejam incluídas na classe I.

De acordo com o RSB as barragens agrupam-se em função dos danos potenciais a elas associados, nas classes a seguir indicadas por ordem decrescente da gravidade dos danos:

- a) Classe I;
- b) Classe II;
- c) Classe III.

Esta classificação deve ter em conta as vidas humanas, bens e ambiente, de acordo com o Anexo do RSB.

Tem-se pois que, como o RSB só se aplica a grandes barragens (definidas de acordo com os critérios acabados de expor), uma pequena barragem será a que não se insere nesses mesmos critérios.

O principal factor que leva a que o número das grandes barragens seja particularmente elevado é o de considerar que barragens com capacidade de armazenamento superior a 100 000 m³, mesmo de altura inferior a 15 m, sejam consideradas grandes barragens, independentemente da classe de dano a que pertençam.

De facto esta definição de grande barragem conduz a que, no caso do nosso país, o número dessas estruturas seja particularmente elevado, com todos os inconvenientes que a prática tem mostrado e que nos dispensamos de enumerar. Estima-se em cerca de 717 barragens as que são actualmente abrangidas pelo RSB, sendo que, só por alteração do valor do volume de retenção da albufeira para 1 hm³ como o valor a partir do qual a barragem passa ser abrangida pelo RSB, dá origem a uma redução para cerca de metade das barragens a que é aplicável o RSB.

Tem vindo a fazer o seu caminho um critério baseado num só parâmetro, resultante do produto da altura da barragem, H (m), medida em m acima do nível geral da fundação, pela raiz quadrada do volume correspondente à capacidade de retenção da albufeira (hm³). (Degoutte et al., 2009).

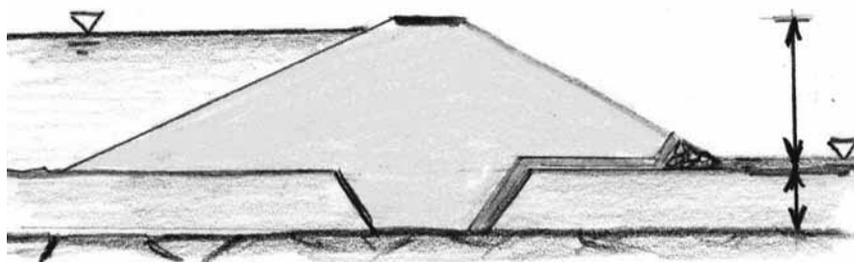


Figura 1 - Esquema para mostrar o que se entende por altura medida a partir do nível geral da fundação

A figura 1 ajuda a tornar claro o que se entende por altura H (contada a partir da superfície indicada, não sendo considerada a altura correspondente ao corta-águas). Assim, ter-se-á,

$$A = H^2 \sqrt{V} \quad (1)$$

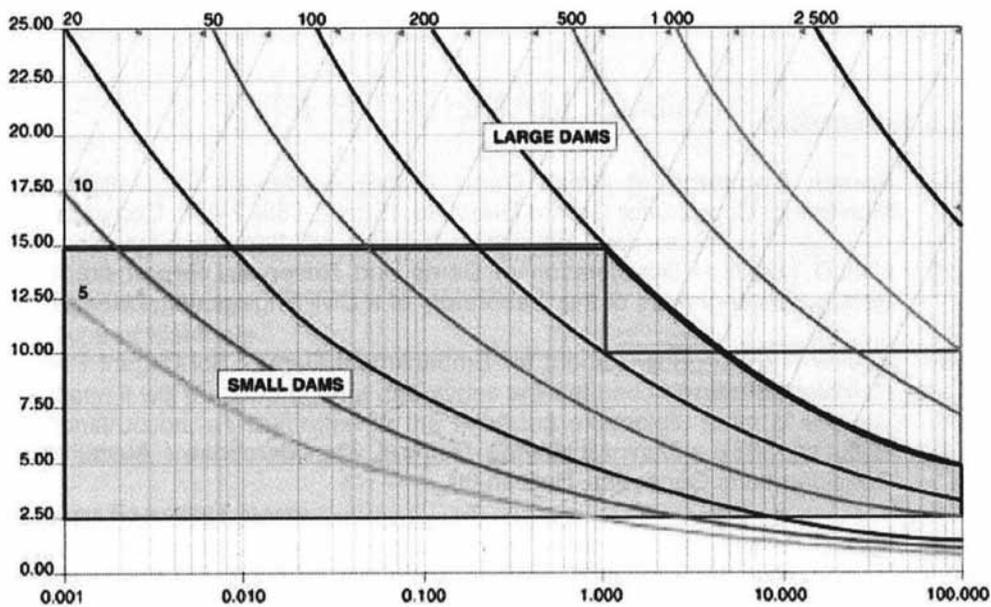


Figura 2- Definição de pequena e grande barragem de acordo com os critérios $2,5\text{ m} \leftarrow H \leftarrow 15\text{ m}$ e $A \leftarrow 200$ (ordenada H em m e abcissa em log de V em milhões de m³)

De acordo com proposta em recente projecto de Boletim da ICOLD (ICOLD, 2010), seriam consideradas pequenas barragens aquelas em que se verificasse as seguintes condições:

$$5\text{ m} \leftarrow H \leftarrow 15\text{ m} \text{ e } A \leftarrow 200$$

O valor de 5 m para a altura mínima pode ser alterado para 2 ou 3 m no caso de barragens em zonas residenciais ou em áreas muito populosas.

Na figura 2 representa-se graficamente a aplicação dos critérios acabados de referir para a definição de uma pequena barragem (ou de uma grande barragem).

Esta proposta baseia-se apenas no valor de A, o qual depende dos dois parâmetros H e V, parâmetros estes que são normalmente usados na determinação da cheia resultante da rotura da barragem. A não tem qualquer significado científico particular, mas é um factor determinístico aplicável para a ponderação do risco potencial de danos e perdas de vida no caso de uma onda de cheia devido á rotura da barragem.

O Comité Francês das Pequenas Barragens (FCOLD, 2005) adoptou uma combinação do critério já apresentado associado a danos potenciais relacionados vidas humanas, ambiente e sociais (DP). A classificação resultante apresenta-se no Quadro I.

Quadro I - Classificação desenvolvida pelo Comité Francês das Grandes Barragens. Introdução de classes de consequências (dano potencial, DP)

Componente	DP baixo (I)	DP médio (II)	DP elevado (III)
A	$A \leftarrow 20$	$20 \leftarrow A \leftarrow 200$	$A \nabla 200$
Perda de vidas	≈ 0	$\leftarrow 10$	$\nabla 200$
Risco económico	Baixo	Moderado	Elevado ou extremo
Risco ambiental	Baixo a moderado	Elevado	Extremo
Perturbação social	Baixa (área rural)	Regional	Nacional

[O DP relaciona-se como o critério mais elevado. Por exemplo uma barragem com $A \leftarrow 200$ mas com mais de 10 pessoas expostas seja classificada com DP = III]

A concluir tem-se que, independentemente de qualquer ajustamento relativo às classes de risco, irá ser introduzida no RSB a alteração do valor limite de V de 100 000 m³ para 1 000 000 m³.

6. Conclusões

Neste trabalho foram apresentadas as características gerais do projecto do RPB bem como das razões que presidiram à opção por um documento deste tipo. Foi evidenciado que este projecto tem uma estrutura simples: descreve o âmbito, indica a autoridade que aprova o projecto, autoriza a exploração e superintende toda a actividade com este tipo de obras. São referidas as competências requeridas para projectar, dirigir a construção, construir e responsabilizar-se pela exploração. Do ponto de vista técnico apenas indica certos requisitos que são de cumprimento imperativo e que foram apresentados.

Foi feita referência a um Guia onde se apresenta todo um conjunto de informações detalhadas sobre o projecto, construção, exploração e reabilitação de pequenas barragens. Este funcionaria como um complemento ao RPB, como se de uma norma se tratasse. É também apresentada uma proposta com vista a introduzir no Guia uma categoria de pequenas barragens a que são aplicáveis regras de dimensionamento muito simples e de natureza prescritiva, sendo igualmente apresentadas disposições construtivas e de exploração completas, eficientes e praticáveis.

Analisaram-se possíveis alterações a introduzir no RSB a propósito da diferenciação entre uma grande barragem e uma pequena barragem.

BIBLIOGRAFIA

Degoutte, G, P. Royet, P. Cruchon, P. Le Delliou & N. Monié (2009), *Nouvelle Réglementation Française concernant la sécurité des barrages et des digues*, XXIII ICOLD, Brasília, Brasil.

French Committee on Small Dams (2005), *Guidelines for Design, Construction and Monitoring*, Coordinator Gerard Degoutte, ISBN 2-85362-448

ICOLD (2010), *Small dams. Design, surveillance and rehabilitation*, Projecto de Boletim.

TEMA 2

**O EMPREENDIMENTO DE FINS
MÚLTIPLOS DE ALQUEVA.**

**OS SUBSISTEMAS DE ALQUEVA,
PEDROGÃO E ARDILA**

O EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA. OS SUBSISTEMAS DE ALQUEVA, PEDRÓGÃO E ARDILA

Autor: Hemetério Monteiro¹

1. Antecedente do Empreendimento

Pode dizer-se que, desde sempre, o Alentejo esteve dependente da recolha e armazenamento das águas superficiais. A necessidade do aproveitamento destas águas, no Alentejo, é conhecida desde a época romana, encontrando-se ainda bastantes vestígios dessas obras em Portugal.

Assim as barragens, para armazenamento de água no período das chuvas, que permitiam a sua utilização nos períodos secos, foram das obras hidráulicas com maior relevo.

Certamente que outros aproveitamentos terão sido feitos antes do século XIX, mas é no fim deste século, que é criada pelo Ministério das Obras Públicas, Comercio e Industria uma Comissão, para elaborar um estudo intitulado *“Memoria acerca do Aproveitamento de Águas no Alentejo para o fim dos Melhoramentos Agrícola e industrial da Província”* (1884).

Aqui é feito o reconhecimento da necessidade do aproveitamento do recurso hidrico, mas também se reconhecia a necessidade de fazer a colonização do território, dada a baixa densidade populacional (Distritos de Évora, Beja e Portalegre, respectivamente 15, 13 e 12 hab/km²). Curiosamente, a 1ª barragem proposta neste estudo, a Barragem de Veiros, na ribeira de Ana Loura, no concelho de Estremoz, está actualmente em construção.

Ainda no fim do século XIX, surgem novos estudos (1898) no sentido do aproveitamento dos recursos dos 3 principais rios, Guadiana, Sado e Tejo, onde aparece o estudo do “Canal do Tejo ao Sado e Guadiana”, fazendo a sua interligação através de uma rede de canais que iria permitir, para além da irrigação, também acesso ao litoral por navegação.

Neste trabalho está escrito, *“A irrigação do Alentejo, já tantas vezes tenho dito; é o agente indispensável ao desenvolvimento desta província de que tanto carece, para a tornar dez vezes mais productiva, não só pelos benefícios que directamente presta à agricultura, mas porque, dando às terras a frescura e humidade que lhes falta, dando-lhes a productividade que necessitam, contribue para o augmento de população, para a transformação da agricultura extensiva em agricultura intensiva, para a substituição da agricultura rutineira em agricultura progressiva”*.

Durante muitos anos, a hipótese de rega do Alentejo, pelo menos de grande parte, era feita a partir do rio Tejo. Em 1930, escrevia-se mesmo que o *“Guadiana pouco adiantará”* para o aproveitamento hidroagrícola no sul do País.

Na década de 40, com o desenvolvimento dos estudos sobre a bacia do Guadiana, começa a admitir-se a possibilidade de aproveitamento deste Rio para regadio, hidroeléctricidade e navegação, mas apenas na parte portuguesa, uma vez que o troço Caia – Cuncos era comum a Portugal e Espanha.

¹ Vogal do Conselho de Administração da EDIA - hmonteiro@edia.pt

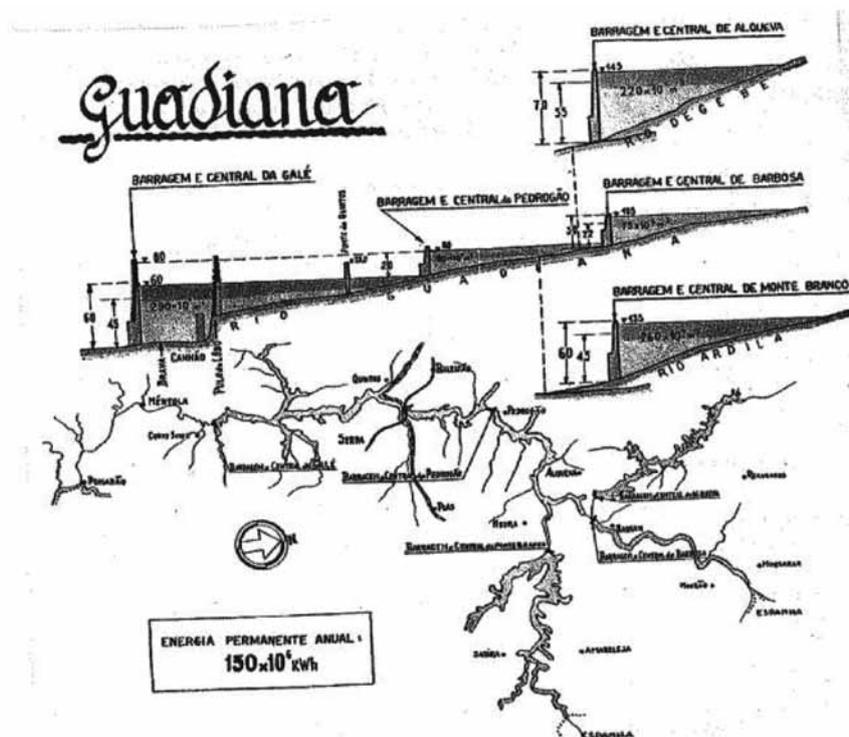


Figura 1 – Esquema do Aproveitamento do Rio Guadiana e Afluentes

É, no âmbito desta estratégia que surgem as hipóteses de construção de 2 barragens para regadio, em 2 dos seus principais afluentes: o Degebe e o Ardila. As outras 3 barragens que se previam, ao longo do rio, eram para aproveitamento hidroelétrico.

Na década de 50, surge o Plano de Rega do Alentejo, também conhecido por Plano de Valorição do Alentejo, onde se prevê a construção de um conjunto de infra-estruturas, para o Regadio de 170 000 ha.

Este Plano contemplava 2 grandes sistemas integrados, com origens nas águas no Tejo e no Guadiana. Eram respectivamente o Sistema do Alto Alentejo e do Baixo Alentejo.

Além destes sistemas, previam-se ainda 6 aproveitamentos, de média dimensão, isolados: Mira, Ardila, Roxo, Alter-Crato, Caia e Alto Sado, e mais 73 pequenos aproveitamentos.

Em termos de áreas a irrigar e sua repartição regional, estavam previstos:

- Distrito de Beja – 105 000 ha;
- Distrito de Évora – 27 294 ha;
- Distrito de Portalegre – 24 206 ha;
- Distrito de Setúbal – 5 200 ha.

Entretanto, na década de 60, e no âmbito das relações bilaterais, é criada a “Comissão Luso-Espanhola para Regular o Uso e Aproveitamento dos Rios Internacionais nas suas Zonas Fronteiriças” (1966). Em 1968, é assinado o “Convénio entre Portugal e Espanha para Regular o Uso e Aproveitamento Hidráulico dos Troços Internacionais dos Rios Minho, Lima, Tejo, Guadiana, Chança e seus Afluentes” (1968). Neste Convénio, pode ler-se:

Artigo 3º

e) Reserva-se para Portugal a utilização de todo o troço do rio Guadiana, entre os pontos de confluência deste com os rios Caia e Cuncos, incluindo os correspondentes desníveis dos afluentes do mesmo troço.

Com a assinatura deste Convénio ficam criadas as condições para Portugal poder construir uma barragem no próprio rio Guadiana, cujo projecto é aprovado, pelo Ministério das Obras Públicas, em 1970.

Foi a partir do desenvolvimento do projecto da Barragem de Alqueva, que surgiu o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), tendo em conta as características morfológicas, hidrológicas e geológicas da Região Alentejo

2. Enquadramento Regional

A região mais directamente interessada pelo Empreendimento é caracterizada pelas fortes assimetrias sócio-económicas face ao resto do País e da União Europeia. O desenvolvimento médio, per capita, da região é de cerca de 70% da média nacional, ou seja, um dos mais desfavorecidos da Europa Comunitária.

Com pouco mais de 500 000 habitantes, o Alentejo representa cerca de 5% da população residente em todo o território nacional. A densidade populacional, com 19,6 hab/km², é bastante inferior à densidade populacional de Portugal continental (112,4 hab/km²). Este facto deve-se à grande extensão territorial da região, com 2.700 mil hectares, cerca de 30% do território nacional. A taxa de desemprego é a mais elevada a nível nacional. Em termos de actividade económica, apesar de predominar o sector terciário, o peso do sector primário é superior ao resto do País.

O Alentejo sempre foi conhecido pela irregularidade dos seus recursos hídricos. A este facto não é alheio o clima que caracteriza a região, com verões muito quentes e secos e invernos algo frios e, por vezes, chuvosos. Mas a sua principal característica reside no facto da pluviosidade se concentrar, normalmente, de Outubro a Março, e com ciclos igualmente irregulares, isto é, os períodos de seca que podem prolongar-se por três, ou mais anos consecutivos.

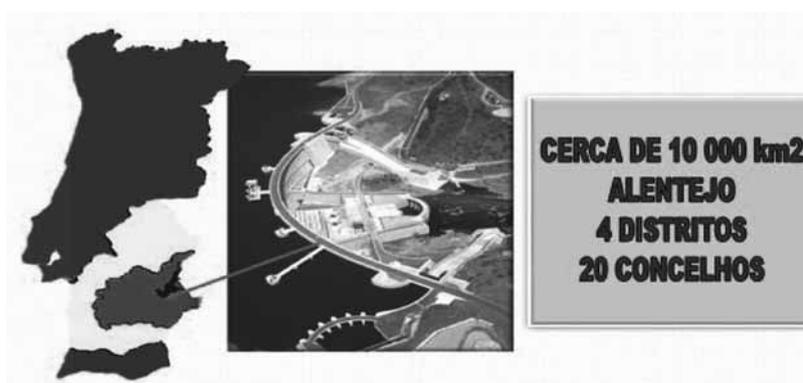


Figura 2 – Localização e área de influência do Empreendimento

Localizado no Alentejo, o EFMA tem influência directa, quer nos concelhos abrangidos pela albufeira de Alqueva, quer naqueles que beneficiam com a instalação de novos perímetros de rega. A área de influência do empreendimento abrange, assim, 20 concelhos do Alto e Baixo Alentejo.

3. O EFMA

Tal como definido, em 1993, com a implementação do EFMA, visa-se:

- A constituição de uma reserva estratégica de água na Região;
- Assegurar a garantia de abastecimento de água;
- Obter a alteração do modelo cultural da Região;

- Produção de energia eléctrica não poluente (e, principalmente, a instalação de um grande centro electroprodutor reversível, no Sul de Portugal);
- A preservação do ambiente;
- Contribuir para um turismo de qualidade;
- A criação de um novo clima empresarial;
- A dinamização do mercado de trabalho regional.

Princípios base estes que têm vindo a nortear o desenvolvimento da implementação do Empreendimento.

O EFMA tem como principal origem de água, a Albufeira de Alqueva, situada no rio Guadiana, imediatamente a jusante da confluência do rio Degebe e a montante da confluência do rio Ardila, ocupando esta praticamente toda a extensão do troço internacional, a sul de Badajoz

A albufeira de Alqueva, o “maior lago artificial da Europa”, estende-se por 83 km ao longo dos concelhos de Moura, Portel, Mourão, Reguengos de Monsaraz e Alandroal, ocupando uma área de 250 km². A capacidade total de armazenamento da albufeira de Alqueva é de 4 150 milhões de m³, sendo de 3 150 milhões de m³ o seu volume utilizável em exploração normal.

O Sistema Global de Rega de Alqueva irá beneficiar uma área com cerca de 119 mil hectares. Será constituído por 23 barragens, 250 km de adutores, dos quais 100 Km em canal, 10 estações elevatórias principais, 5 centrais mini-hídricas, 32 reservatórios de regularização e 30 estações elevatórias secundárias, 1350 km de condutas enterradas, cerca de 3163 hidrantes, e cerca de 700 km de estradas e redes de drenagem.

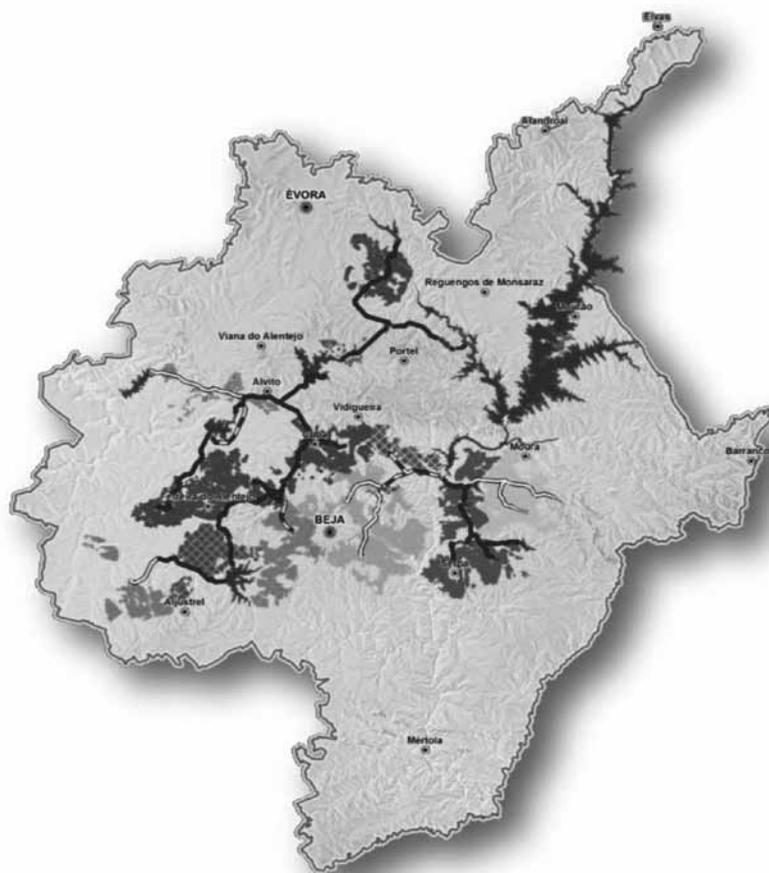


Figura 3 – Sistema Global de Rega do Alqueva

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

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

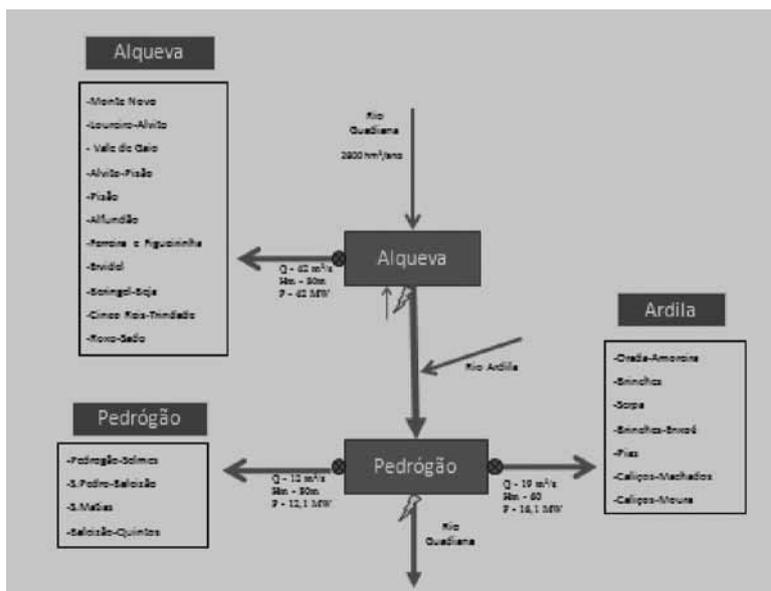


Figura 4 – Esquema Base do Empreendimento

No que respeita a água para consumo abastecimento urbano e industrial prevê-se que o EFMA forneça em média cerca de 30 hm³ por ano, sendo a interligação do Empreendimento com os 5 sistema regionais de abastecimento de urbano e industrial efectuado, essencialmente através das Albufeiras do Alvito, Enxoé, Monte Novo e Roxo e ainda através do sistema de adução Ermida-Morgavél.

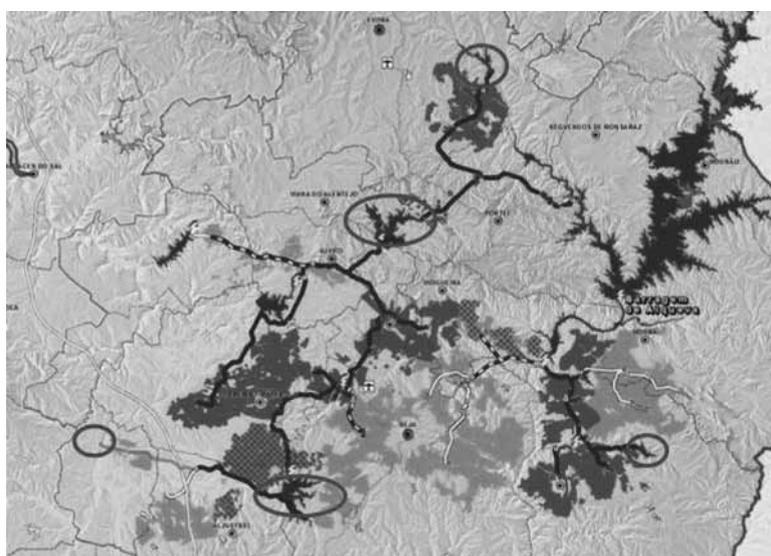
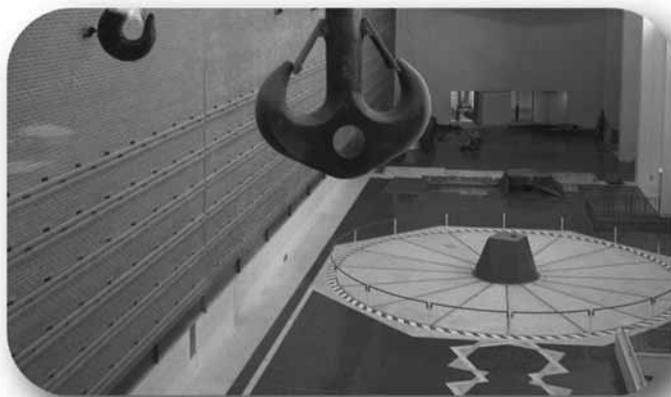


Figura 5 – Locais de interligação a sistemas regionais de abastecimento urbano e industrial

Actualmente na Central de Alqueva, encontram-se instalados dois grupos turbino-bomba com uma potência individual de 130 Mw e encontra-se em estado avançado de implementação a segunda central, a qual também será dotada de dois grupos turbino-bomba com uma potência individual de 130 Mw. Este centro electroprodutor reversível, por ser o único que Portugal pode dispor no sul do país e dadas as dimensões das albufeiras a que está associado, para além da energia que produz, apresenta uma valia acrescida, para a necessária estabilização do sistema nacional de transporte de energia.



Fotografia 1- Central 1 de Alqueva

A Central Hidroeléctrica de Pedrógão encontra-se equipada com duas turbinas iguais de 2 Mw de potência e a sua produção, em ano médio, é de cerca de 42 Gwh. Encontra-se prevista a execução de uma segunda central neste aproveitamento, mas a sua concretização ainda se encontra em estudo.

No que respeita a recuperação de energia, no sistema primário de EFMA, prevê-se que em ano médio, através de 5 mini-hídricas já construídas se obtenha um valor global de cerca de 29.65 Gwh, assim, subdivididos:

Central	Q (m ³ /s)	Hu (m)	Grupos	Potência (MW)	Produção Media Anual (GWh)
Alvito	40,6	9,6	2 Grupos Kaplan	3,36	8
Odivelas	3,7	76	1 Grupo Francis	2,5	11,5
Pisão	2,85	25,5	1 Grupo Francis	0,65	2,05
Roxo	5,7	33	1 Grupo Francis	1,6	4,7
(reversível)	2,5	63	1 Grupo Francis	1,5	3,4



Fotografia 2 - Vista de duas das mini-hídricas

A construção das barragens de Alqueva e Pedrogão abriu novas oportunidades para a melhor valorização dos recursos turísticos existentes na região. A barragem de Alqueva criou um espelho de água com 250 Km² e excelentes condições para a realização de actividades náuticas complementados com outros activos turísticos como: aldeias históricas, igrejas, castelos, gastronomia, vinhos, tradições...

O aproveitamento turístico, incitou à criação do projecto Terras do Grande Lago - Alqueva, um projecto diversificado, agregador de outros projectos, tendo, todos eles por base, o aproveitamento e exploração do espaço das albufeiras. A cargo da Gestalqueva, entidade responsável pela execução do Plano Estratégico de Qualificação Urbana e Ambiental, desenvolvem-se acções destinadas a promover a recuperação ambiental e urbanística das 16 aldeias ribeirinhas das albufeiras de Alqueva e de Pedrógão.

Actualmente já existe alguma oferta qualificada de hotelaria na região uma vez que se pretendem desenvolver produtos que acrescentem valor e não produtos massificados. Alqueva criou a oportunidade de criar um destino turístico de raiz ao qual estão associados os seguintes valores: desenvolvimento turístico sustentável em harmonia com o ambiente envolvente, a autenticidade, tranquilidade, segurança e o envolvimento das comunidades locais.



Fotografia 3 – Vista da Marina da Amieira

Assume-se a preservação e promoção dos valores ambientais; revitalização do interior, das zonas rurais e de fronteiras; articulação dos recursos hídricos com o planeamento e ordenamento do território, como forma de potenciar o desenvolvimento turístico da região.

Um Empreendimento desta dimensão tem, obviamente, impactes importantes, tendo sido devidamente acauteladas medidas de prevenção, minimização e compensação ambientais e patrimoniais de grande abrangência, como é o caso das inerentes ao transvase entre bacias (Guadiana e Sado), materializado pelo maior túnel hidráulico Português (11 km de extensão), que implicou, designadamente e entre outras medidas, a construção de uma tomada específica na albufeira do Loureiro (dotada de equipamento sonoro de repulsão de peixes) e de infra-estruturas de segregação de água em cada albufeira da rede primária do Sub-sistema de Alqueva.

Uma referência ainda para a criação do Parque de Natureza de Nudar (cerca de 1 000 ha) que preservando e valorizando os valores naturais presentes na Herdade da Coitadinha, perto de Barrancos e incluída na Rede Natura 2000, que correspondeu a uma medida de compensação no âmbito do “Programa de Gestão Ambiental de Alqueva”.

Neste contexto ambiental o EFMA implica ainda uma acção muito importante de monitorização ambiental, com particular ênfase em fase de exploração e a prevenção e controlo da qualidade da água através de um conjunto acções específicas de minimização de afectação e de Estações de Monitorização, nos principais planos de água do Empreendimento.

4. Sistema de Captação Alqueva – Álamos

Esta infra-estrutura é responsável pela adução da água de Alqueva às albufeiras dos Álamos e daí a todo o subsistema de Alqueva, encontrando-se concluída e operacional. A Estação Elevatória dos Álamos tem uma altura de 40 m e uma capacidade máxima de bombagem de 6 x 6,88 m³/s. Esta infra-estrutura permite elevar a água a uma altura de 90 m, através de uma conduta forçada com 850 m de comprimento e 3,2 m de diâmetro, para as três albufeiras dos Álamos, as quais garantem a distribuição de água a todo o subsistema de Alqueva.

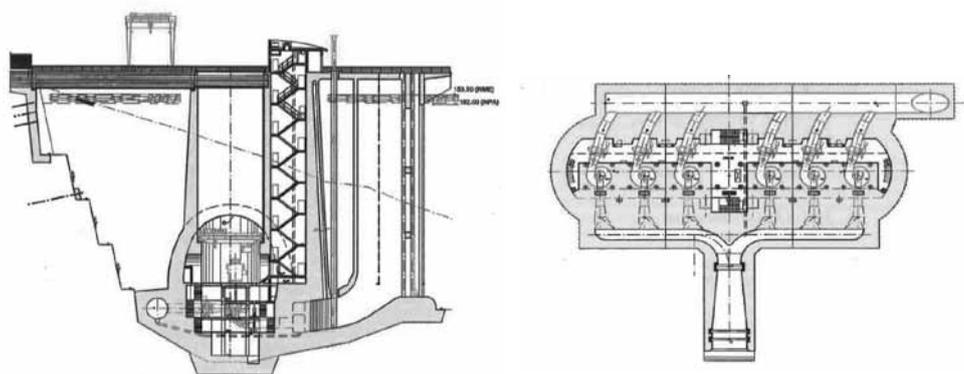


Figura 5 – Estação Elevatória de Álamos

5. Rede Primária

A rede primária do Projecto de Alqueva constitui a “espinha dorsal” de transporte de água, a partir das albufeiras de Alqueva e Pedrógão, para toda a área a beneficiar pelas infra-estruturas de rega.



Fotografia 4 – Barragem de Pedrógão

É este conjunto de estações elevatórias canais e adutores, de grandes dimensões, que irá garantir o abastecimento regular de água a um conjunto de outras barragens, algumas já existen-

tes. A partir delas, por sua vez, assegura-se o fornecimento de água para a agricultura, abastecimento público e industrial.



Fotografia 5 – Construção de um canal

5. 1. Subsistema de Alqueva

Desenvolvendo-se a partir da Estação Elevatória dos Álamos, já construída, a Rede Primária de Alqueva tem o seu início físico nas Barragens dos Álamos I, II e III, as quais ligam à Barragem do Loureiro, através de um canal com cerca de 11 km de comprimento. A partir da Barragem do Loureiro, um outro canal, com 24 km de comprimento, liga à Barragem do Monte Novo, origem de água para abastecimento a 6 concelhos do distrito de Évora, incluindo a sua capital. Pelo caminho foi criada a infra-estrutura de rega do Monte Novo, uma área com 7.887 ha.

Da albufeira do Loureiro para Sul, o Túnel Loureiro/Alvito, com 11 km de extensão, garante o abastecimento à Barragem de Alvito, actual origem de água para cinco concelhos alentejanos (Cuba, Alvito, Vidigueira, Portel e Viana do Alentejo).

Da albufeira do Alvito, a água segue para a Barragem de Odivelas, Barragem do Roxo e Barragem do Vale de Gaio.

A albufeira da Barragem de Odivelas constitui-se um reservatório a partir do qual se aduzem os caudais para as infra-estruturas de rega de Odivelas, reforçando o abastecimento ao antigo perímetro, com cerca de 6 mil hectares, e à infra-estrutura 12, com 5.645 ha, que foi o primeiro Bloco de rega a ser construído no âmbito do EFMA.

A albufeira da Barragem do Roxo constitui, igualmente, como um reservatório a partir do qual se aduzem os caudais para as infra-estruturas de rega de Roxo, reforçando o abastecimento ao antigo perímetro, com cerca de 5.041 hectares, e ao Perímetro do Alto-Sado, com cerca de 6.064 ha e aduzindo água às infra-estruturas:

- do Bloco de Aljustrel (1.300 ha);
- do Bloco Roxo- Sado (5.000 ha);
- do Circuito Ermidas/ Morgavel, permitindo o reforço do Sistema Sines/Santo André com cerca de 20 hm³/ano.



Fotografia 6 – Estação de Bombagem



Figura 6 – Subsistema de Alqueva

A área infra-estruturada abrangida pelo subsistema de Alqueva é de cerca de 64.000 ha.

O número de prédios rústicos abrangidos é de cerca de 10.500.

Estas infra-estruturas irão garantir uma permanente disponibilidade de água ao abastecimento urbano de cerca de 166 mil habitantes dos distritos de Évora e Beja

5. 2. Subsistema do Pedrógão

O subsistema do Pedrógão tem origem na Barragem de Pedrógão, onde na sua margem direita está actualmente em construção uma grande estação elevatória que terá um caudal nominal de

12.5 m³/s, uma altura de elevação de 81 mca e uma potência de 12 MW. Este Sub-sistema integra 3 circuitos hidráulicos, definidos com base nos patamares principais de elevação, nomeadamente:

- O circuito hidráulico do Pedrógão, que tem como objectivo proceder ao reforço das disponibilidades hídras da albufeira de S. Pedro e beneficiar directamente cerca de 4.661ha;
- O circuito hidráulico de S. Pedro, que beneficia cerca de 14.027 ha, localizados a Este da cidade de Beja. Tem como origem principal a estação elevatória a localizar a jusante da barragem de S. Pedro;
- O circuito hidráulico de S. Matias, que beneficia cerca de 5.865 ha, localizados na zona oeste do subsistema do Pedrógão, entre as povoações de S. Matias e Beja. Tem como origem de água principal a barragem de S. Pedro.

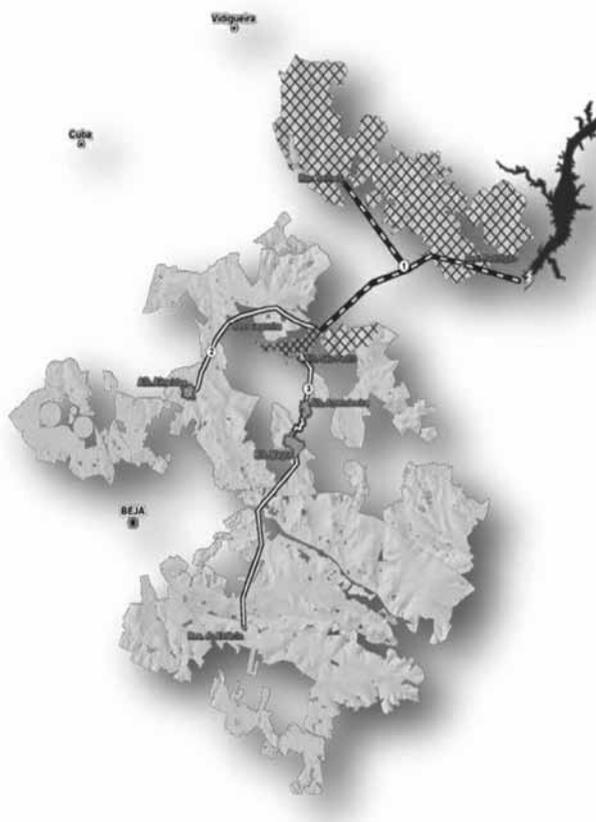


Figura 7 – Subsistema do Pedrógão

A área abrangida pelo subsistema do Pedrógão é de 24.553 ha. O número de prédios abrangidos é de 2.378.

5. 3. Subsistema do Ardila

O subsistema de rega do Ardila situa-se na margem esquerda do rio Guadiana e é constituído por um conjunto diversificado de barragens, reservatórios, estações elevatórias e adutores que permitirão a rega de cerca de 30.380 ha, entre as povoações de Moura, Brinches, Pias e Serpa.

Para além da albufeira de Pedrógão, o subsistema do Ardila apresenta como origens de água as albufeiras de Brenhas, Amoreira, Caliços, Pias, Brinches, Serpa, Enxoé e Lage, procurando conciliar o aproveitamento dos escoamentos afluentes a cada uma destas albufeiras, com a utilização dos recursos hídricos armazenados na albufeira de Pedrógão.

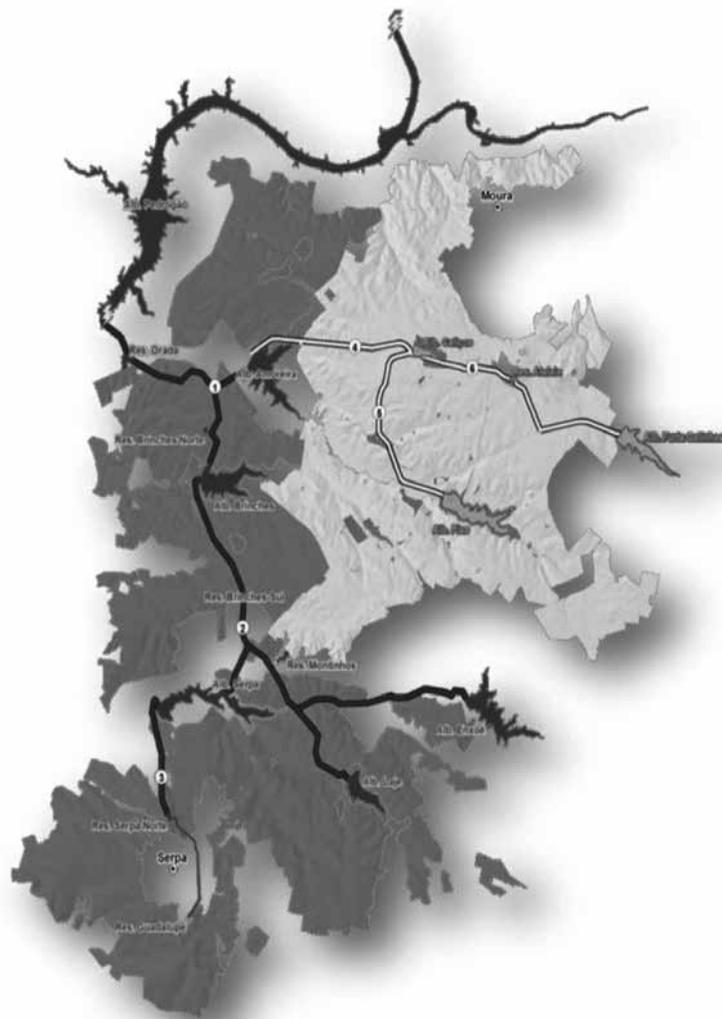


Figura 8 – Subsistema do Ardila

Este subsistema inicia-se numa grande estação elevatória já construída, em segunda fase, com um caudal nominal de 20 m³/s, uma altura de elevações de 62 mca e uma potência de 17 MW e é composto por três circuitos hidráulicos e duas barragens definidos e três barragens definidos com base nos principais patamares de elevação e na área geográfica dominante:

- O circuito hidráulico do Pedrógão Margem Esquerda: com início na Barragem do Pedrógão, tem como objectivo proceder ao reforço das albufeiras de Brinches e Amoreira. A partir deste circuito, beneficiam-se directamente cerca de 5.400 ha;
- O circuito hidráulico Brinches-Enxóe: com início na EE de Brinches, tem como objectivo de proceder ao reforço das Albufeiras de Serpa, Lage e Enxóe. Este circuito será responsável pela rega de 7.736 ha;
- O circuito hidráulico da Amoreira: com início na EE da Amoreira, tem como objectivo de proceder ao reforço das albufeiras dos Caliços, Pias e Furta Galinhas. Este circuito irá permitir a rega de 12.151 ha;
- O circuito hidráulico de Serpa, com origem na EE situada no pé da Barragem de Serpa a partir da qual são regados 5.084 ha.



Fotografia 7 – Reservatório de Brinches-Norte



Fotografia 8 – Barragem e Estação de Bombagem da Amoreira

É com este grande empreendimento, estruturante para toda uma Região, mas também de interesse nacional, que se espera uma inversão do desenvolvimento do Alentejo, contribuindo, assim, para uma maior coesão nacional e menor dependência alimentar do exterior. Mas para que isso aconteça tem que haver muito empenhamento, estratégia e responsabilidade.

BIBLIOGRAFIA

Convénio entre Portugal e Espanha, para Regular o uso e Aproveitamento Hidráulico dos troços Internacionais dos Rios Minho, Lima, Tejo, Guadiana, Chança e seus Afluentes; Madrid, 29 de Maio de 1968.

Sanches, R. e Pedro, J.O. – Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva; EDIA, 2007.

Sá, M.V. de – O Alentejo – Sua descrição geral, Principaes produções e Projecto de irrigação; Lisboa, 1911.

Memoria acerca do Aproveitamento de Águas no Alentejo para fins dos Melhoramentos Agrícola e Industrial da Provincia; Ministerio das Obras Publicas, Commercio e Industria; Lisboa, Imprensa Nacional, 1884.

Quintela, A.C.; Cardoso, J.L.; Mascarenhas, J.M. – Aproveitamentos Hidráulicos Romanos a Sul do Tejo; MPAT, 1987.

Estudos e Projectos diversos desenvolvidos pela EDIA (1996....2011)

TEMA 3

ORIGENS DE ÁGUA.

BARRAGENS E REDE PRIMÁRIA

INFRA-ESTRUTURAS DE ADUÇÃO E REGULARIZAÇÃO EM PERÍMETROS DE REGA COLECTIVOS

J. Costa Miranda

1. Antecedentes

A irrigação é a técnica utilizada na agricultura, que visa o fornecimento controlado de água às plantas¹, em quantidade suficiente e no momento certo, assegurando-se, assim, a produtividade e a sobrevivência da plantação - actividade que implica a movimentação de elevados volumes de água, essencialmente, em certos períodos de ano.

Os primeiros sistemas de irrigação, de complexidade assinalável (que compreendiam já a implantação de canais e a utilização de técnicas de rega específicas) foram criados pelo povo Egípcio, no vale do Rio Nilo. Depois todas as grandes civilizações clássicas estiveram directamente relacionadas com a irrigação, mas os responsáveis pelo passo seguinte, mais significativo, foram os Romanos, que desenvolveram técnicas muito apuradas, quer para a captação de água (incluindo nesta a construção de barragens e grandes reservatórios), quer para o transporte e distribuição de água, tanto para a agricultura, como para uso das populações.

Assim, e desde o começo da actividade agrícola, têm vindo a ser construídas, pelo homem, infra-estruturas para armazenar, transportar e distribuir a água necessária ao desenvolvimento adequado da actividade agrícola - infra-estruturas essas, que contribuem não só para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, mas também para a fixação e desenvolvimento da respectiva população agrícola.

De entre este “mundo”, que são as infra-estruturas hidroagrícolas, em perímetros de rega colectivos, na presente conferencia aborda-se, essencialmente, a problemática associada às obras de adução (grandes canais e adutores em pressão) e, ainda, aos reservatórios de regularização. E, ainda de uma forma “mais concreta”, abordam-se especialmente as principais evoluções verificadas nas últimas décadas, neste âmbito, em Portugal².

Antes de se entrar na análise dos aspectos específicos de cada uma destas infra-estruturas julga-se interessante referir que, dado o elevado investimento inerente à sua concretização, o dimensionamento deste tipo de infra-estruturas deve ser feito de forma integrada (adutores + capacidade de armazenamento distribuída ao longo do sistema, versus necessidades de água ao nível da parcela e sua evolução ao longo do ano, em ano de dimensionamento) pois só assim será possível obter uma optimização quer dos investimentos a executar, quer do seu funcionamento. Este aspecto é particularmente importante quando se pretende que o perímetro de rega funcione “a pedido” e existem no sistema canais relativamente longos, pois tal acarreta tempos de resposta consideráveis.

¹ Complementa a precipitação natural e, em certos casos, enriquece o solo com a deposição de elementos fertilizantes.

² Neste período os principais projectos e obras efectuadas encontram-se integrados no Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira e no Alqueva ou estão relacionadas com a recuperação de infra-estruturas de Perímetros já existentes.

2. Obras de Adução

O principal objectivo destas obras de adução de água é o transporte atempado de água a longas distâncias, maximizando a quantidade de água realmente aduzida e minimizando os respectivos custos de construção e de operação. Em Portugal, as primeiras obras deste tipo, servindo áreas significativas, foram construídas, essencialmente, nas décadas de cinquenta e sessenta do século passado - sendo que, no nosso país, já existem centenas de quilómetros de canais de rega e adutores. Assim e dado o período de funcionamento, alguns delas, já apresentam patologias “graves”, nomeadamente, problemas de estanqueidade (que nas situações mais graves chegam atingir 80%³ de perdas) e alguma desadequação, face às áreas a servir e aos principais métodos de rega hoje utilizados.

De uma forma global, o *Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água* estima que a procura global de água, em Portugal, seja da ordem dos 7,500 106 m³/ano e que, de entre todos os utilizadores, a agricultura seja o principal, com um consumo de cerca de 87% deste volume⁴.

2. 1. Dos Canais

No que se refere a canais a céu aberto existem vários tipos, com secções de diferente forma geométrica (sendo as mais usuais trapezoidais, rectangulares ou em meia cana) e de revestimento, os quais são complementados por obras localizadas do tipo túneis, pontes-canal, sifões invertidos e adutores/conduitas circulares.

Em todos os perímetros, os primeiros canais que foram construídos eram de secção aproximadamente trapezoidal, não revestidos e dependendo dos solos que eram interessadas, apresentavam em média grandes perdas de água por infiltração. É com o aparecimento do betão que se dá a primeira grande evolução na concepção destes órgãos.

Assim, a partir de meados do século XX, em troços com grandes caudais de dimensionamento, o mais usual é eles serem revestidos com lajes de betão simples ou armado e as secções tipo mais comuns são as trapezoidais e as em meia cana. Em troços com alguns estrangulamentos usam-se, por vezes, os canais de secção rectangular que são, quase sempre, construídos em betão armado.

Em Portugal, a solução que tradicionalmente se adoptava, para a implantação no terreno dos canais, seguia de muito perto a topografia local, para minimizar as escavações e aterros⁵, e para o revestimento utilizavam-se lajes de betão, com espessura variável de caso para caso, sobre uma superfície de fundação previamente regularizada e/ou compactada, com juntas impermeabilizadas.

³ Segundo o estudo “*Levantamento das necessidades de reabilitação dos regadios existentes e/ou beneficiação de regadios tradicionais*”.

⁴ No entanto, e segundo essa mesma fonte, a sua eficiência global de utilização dessa água é de apenas de cerca de 60%.

⁵ Ambos executados pelos métodos tradicionais.



Fotografia 1 –CANAL EM PLANTA (ver um troço em que a sua betonagem foi interrompida para se efectuar uma obra localizada)

Habitualmente, o betão usado no revestimento de canais não era armado, embora se encontrem certos troços que foram construídos em betão armado, como, por exemplo, os troços sujeitos a elevadas pressões ou ainda aqueles em que ocorre uma mudança de secção ou onde existem comportas de controlo de caudais ou derivações (Fotografias 2 e 3).

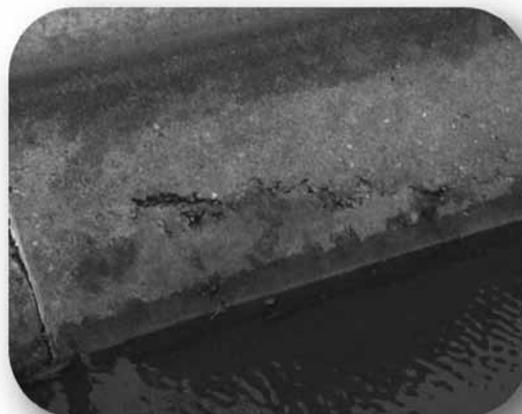


Fotografia 2 – TRANSIÇÃO PARA INSTALAÇÃO DE COMPORTA



Fotografia 3 – DERIVAÇÃO COM MUDANÇA DE SECÇÃO

Neste tipo de estruturas, com o passar dos tempos, o revestimento de betão, apresenta, em geral, fissuração e degradação do betão, devidas nomeadamente à sub-pressão da água no tardo do revestimento do canal ou a abatimento do maciço de apoio.



Fotografia 3 - DEGRADAÇÃO DO BETÃO NAS ESPALDAS DE UM CANAL

De acordo com os levantamentos existentes, uma parte significativa dos canais construídos, antes da década de 80, carece já de intervenções visando a sua recuperação.

Assim, na implantação de um canal particular cuidado tem de ser colocado:

- na sua escavação e consolidação do local de implantação – para que se assegure uma adequada base de assentamento do revestimento;
- no assegurar da implementação de uma adequada drenagem do tardo do revestimento.



Fotografia 5 – MÁQUINA COM BALDE TRIANGULAR (para directamente se escavar a forma a revestir)

Em virtude da evolução tecnológica de métodos de construção e de materiais, entretanto verificada, constata-se que hoje a condução de água em canal revestido de betão continua a ser técnico-economicamente interessante, essencialmente, sempre que:

- é possível utilizar técnicas de cofragem / betonagem deslizante longitudinal ou secções pré-fabricadas;
- os caudais a conduzir são importantes (por exemplo acima de 10 m³/s).



Fotografia 4 – OBRA DE ENTRADA DE UM SIFÃO (ver as ranhuras para instalação de encaadeiras de isolamento e as bóias superficiais da rede de protecção da entrada)

Neste tipo de solução construtiva, a cofragem é disposta longitudinalmente no canal e pode ser aplicado ao longo de toda a secção transversal do canal, ou apenas nas espaldas

Porém neste tipo de canais a cofragem executa-se com recurso a equipamentos específicos, que normalmente são de dois tipos:

- Os que permitem a execução de espaldas (Fotografia 6), primeiro numa face do canal e depois na outra, utilizando o mesmo equipamento ou outro idêntico, sendo o rasto, construído (antes ou depois) de forma clássica.



Fotografia 6 – COFRAGEM DESLIZANTE PARCELAR

- Os equipamentos que permitem a execução simultânea da secção plena/ fundo e espaldas do canal (Fotografia 7)⁶.



Fotografia 7 – CANAL ESCAVADO E PONTO A SER BETONADO Fotografia 8 – COFRAGEM DESLIZANTE SECÇÃO PLENA



Fotografia 9 –CANAL APÓS A BETONAGEM

⁶ Uma das suas principais vantagens é a de que eliminam as juntas entre as espaldas e o fundo, pois a betonagem é contínua ao longo de toda a secção transversal do canal.

Estes tipos de equipamento são, contudo, pouco flexíveis, isto é, não têm capacidade de se adaptar, com facilidade, a variações de secção do canal – daqui decorre que implicam, em geral, a construção de um equipamento específico para cada aplicação, e por isso, só têm justificação para canais longos e com secções transversais praticamente constantes.

Por outro lado, estes equipamentos, ao poderem ter acoplado vibradores de betão, permitem que o revestimento tenha uma espessura da ordem dos 8 cm e que seja utilizado betão com fibras.

Apresenta-se na Fig. 1. um exemplo de secção tipo de canal trapezoidal, em betão não armado. Neste exemplo chama-se à atenção para os diversos tipos de órgãos de drenagem preconizados e para a criação de adequadas condições de fundação.

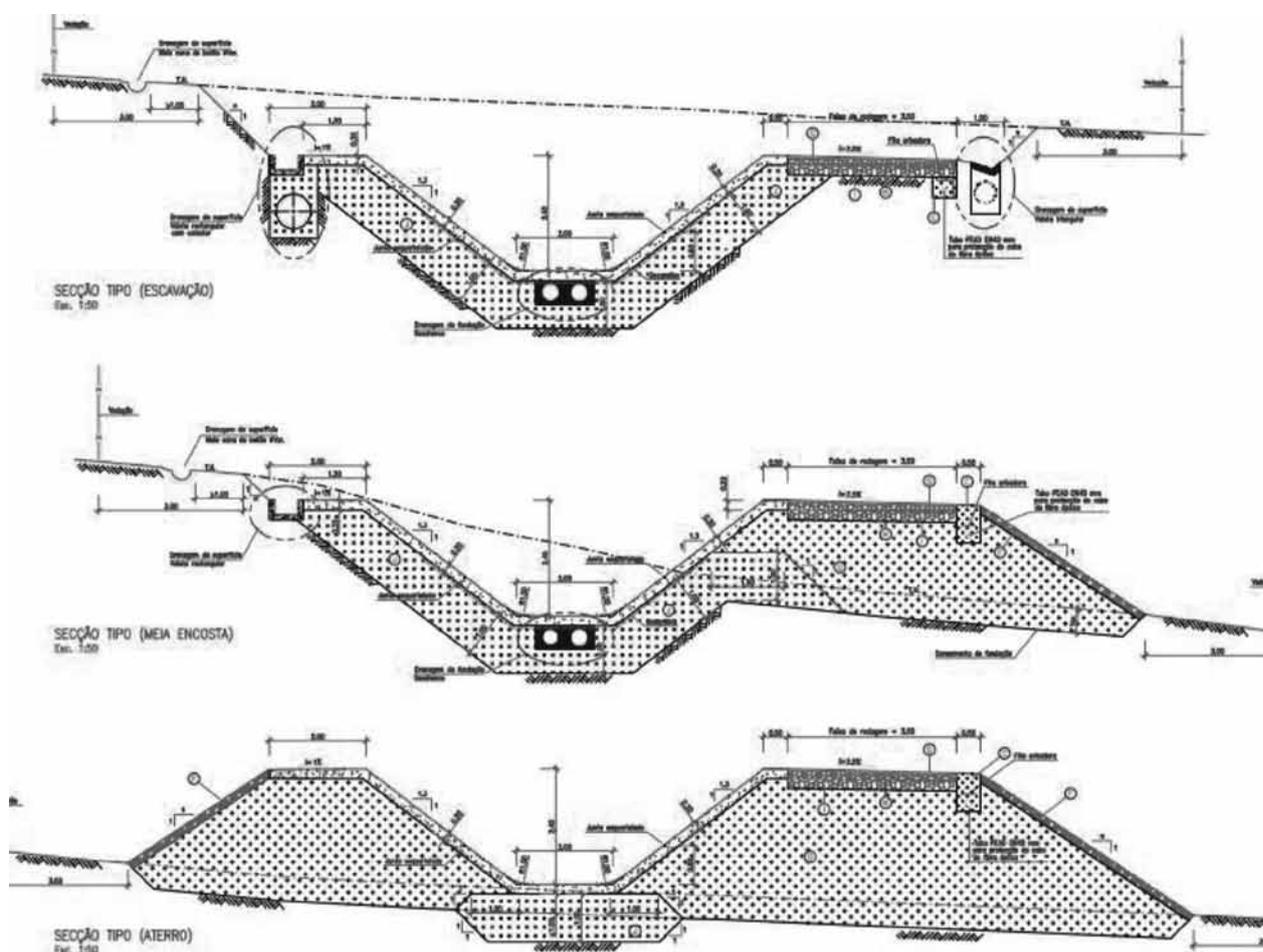


Figura 1 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE UM CANAL

Contudo a utilização de revestimento em betão não é a única solução viável. Em outros países, existem boas experiências de canais revestido/impermeabilizados com tela em material plástico – PVC ou PEAD (com e sem lajetas de betão pré-fabricado por cima). Em Portugal, esta técnica tem sido utilizada essencialmente na reparação de canais.



Fotografia 10 – CANAL ANTES E DEPOIS DE RECUPERADO COM TELA



Fotografia 11 - MEMBRANA DE PVC PROTEGIDA COM LAJETAS

Na utilização deste tipo de membranas particular cuidado deve ser posto nas uniões entre painéis sequentes (quer na sobreposição das telas que é preconizada, quer na respectiva soldadura).



Fotografia 12 - JUNTA ENTRE MEMBRANAS DE POLIETILENO E EXECUÇÃO DE UMA JUNTA ENTRE MEMBRANAS DE PVC

Este tipo de revestimento é também particularmente exigente no que respeita à adequada drenagem do seu tardo. Para obter este efeito várias soluções são possíveis de implementar – na Fotografia 13 apresenta-se uma das soluções que consiste em colocar em todo o rasto do canal uma tela geodreno.



Figura 13 - FIXAÇÃO CONTÍNUA NO RASTO DO CANAL COM GEODRENO

Um revestimento que também se utiliza em muitas das situações é constituído por telas asfálticas – Fotografia 14 – ou geotextil complementado por uma substancia impermeabilizante – Fotografia 15.



Figura 14 - BETÃO BETUMINOSO APLICADO NO FUNDO DO CANAL



Figura 15 - PROJECÇÃO DE POLIURETANO SOBRE GEOTÊXTIL

Caso não seja viável assegurar a estabilidade da base de assentamento dos canais (nomeadamente por saneamento- compactação do aterro, no tardoz, ou por drenagem dos caudais aí afluentes) estes deverão ser revestidos com lajes armadas.

Mais recentemente começou-se a utilizar o “betão com fibras”, material que visa essencialmente diminuir os problemas de fendilhação das lajes, mas que também assegura armadura parcial das lajes.

O dimensionamento da secção transversal do canal depende quer do caudal a transportar, quer do seu declive médio, porém verifica-se que, excepto em situações muito pontuais, o escoamento ocorre sempre em regime lento e a velocidade, para o caudal de dimensionamento, é em geral, um pouco acima de 1m/s.



Fotografia 16 – DERIVAÇÃO NUM CANAL (comportas de regulação do escoamento e grelha com limpeza mecânica na derivação)

Para assegurar a não existência de fissuração e minimizar a fendilhação, devida a problemas de inadequada fundação ou de sobrepressões, nos canais não armados, subdivide-se as lajes de revestimento por juntas verticais e horizontais⁷. Existem diversos métodos de cálculo do posicionamento destas juntas. Unicamente a título de exemplo indica-se que a distância a adoptar entre duas juntas consecutivas transversais pode ser dada através da seguinte expressão:

$$L = \frac{t e}{2F}$$

em que:

L - distância entre duas juntas transversais [m];

F - tensão de atrito entre o solo e o revestimento de betão [N/m²];

e - espessura do revestimento [m];

t - tensão de tracção admissível no betão [N/m²].

Verifica-se contudo que com estes factores, é difícil considerar um valor normalizado para a distância entre juntas; assim na maioria dos casos, esse valor varia entre 3 e 4,5 m, dependendo da espessura do revestimento do betão.

⁷ Estas mesmas juntas podem servir para juntas de construção e de expansão/contracção.



Fotografia 17 - CANAL DE BETÃO COM JUNTAS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS

Em relação a outros aspectos da adução de caudais de rega com superfície livre, e à sua comparação com a utilização de adutores em tubagem, podem ser indicados os seguintes “inconvenientes”:

- Conduz, em geral, a um alongamento do traçado;
- Obriga necessariamente à aquisição dos terrenos indispensáveis à implantação da obra;
- Obriga à execução de trabalhos de consolidação de solos de fundação do canal, essencialmente em terrenos de má qualidade;
- Obriga à execução de trabalhos subterrâneos/túneis para a travessia de pontos altos;
- Por vezes, implica a execução de obras de arte (sifões ou pontes-canais) para a travessia de pontos baixos;
- Obriga à execução de trabalhos de conservação e manutenção bastante mais frequentes.

Na execução dos canais são pontos particulares, a requerer atenção particular as obras de entrada e saída/final, os sifões e as derivações. Na Fig. 2 e nas Fotografias 18 e 19, apresentam-se alguns aspectos destes tipos de obras.



Fotografia 18 - ENTRADA NUM “CUT AND COVER”



Fotografia 19 - COMPORTAS DE REGULAÇÃO NO CANAL

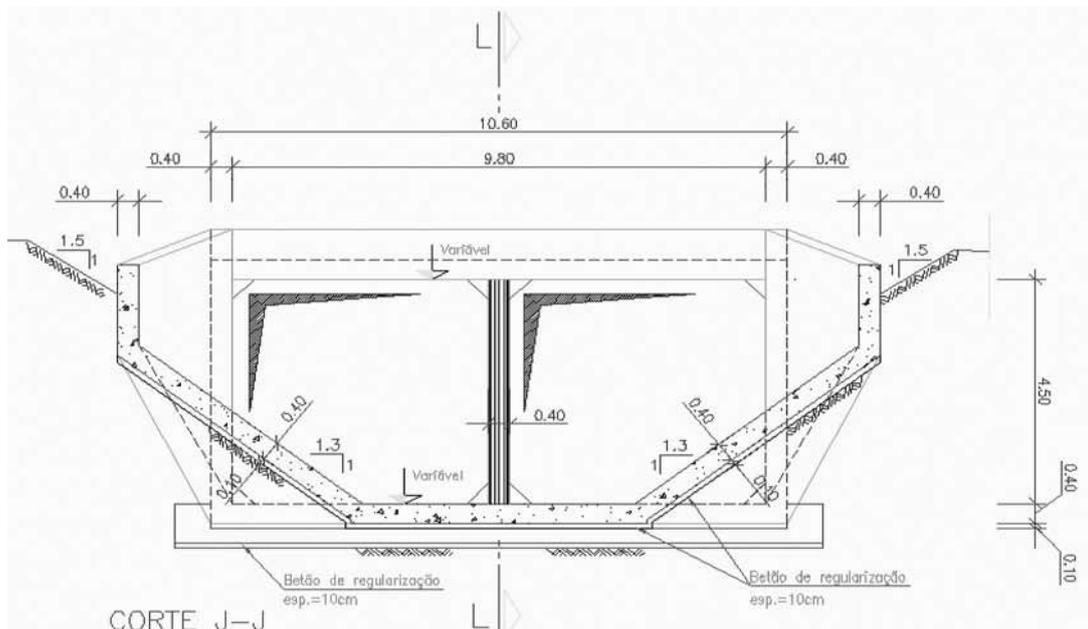


Figura 2 - ENTRADA NUMA ESTRUTURA DE INSTALAÇÃO DE COMPORTA PLANAS DE REGULAÇÃO



Fotografia 20 - INSTALAÇÃO DOS TUBOS DE UM SIFÃO

Acresce que operação e manutenção dos canais obrigam à implementação de um conjunto de obras complementares, de que se cita:

- Descarregadores de segurança
- Descargas de fundo

Na Fig. 3 apresenta-se um exemplo deste tipo de órgão, o qual deve ser dimensionado de forma a permitir esvaziar os tubos existentes na sua área directa de influência num período aceitável pela exploração do sistema (por exemplo 2 horas). A localização deste órgão deve ser escolhida para que seja possível a saída da água gravitacionalmente e para uma linha de água com capacidade de transporte adequada.

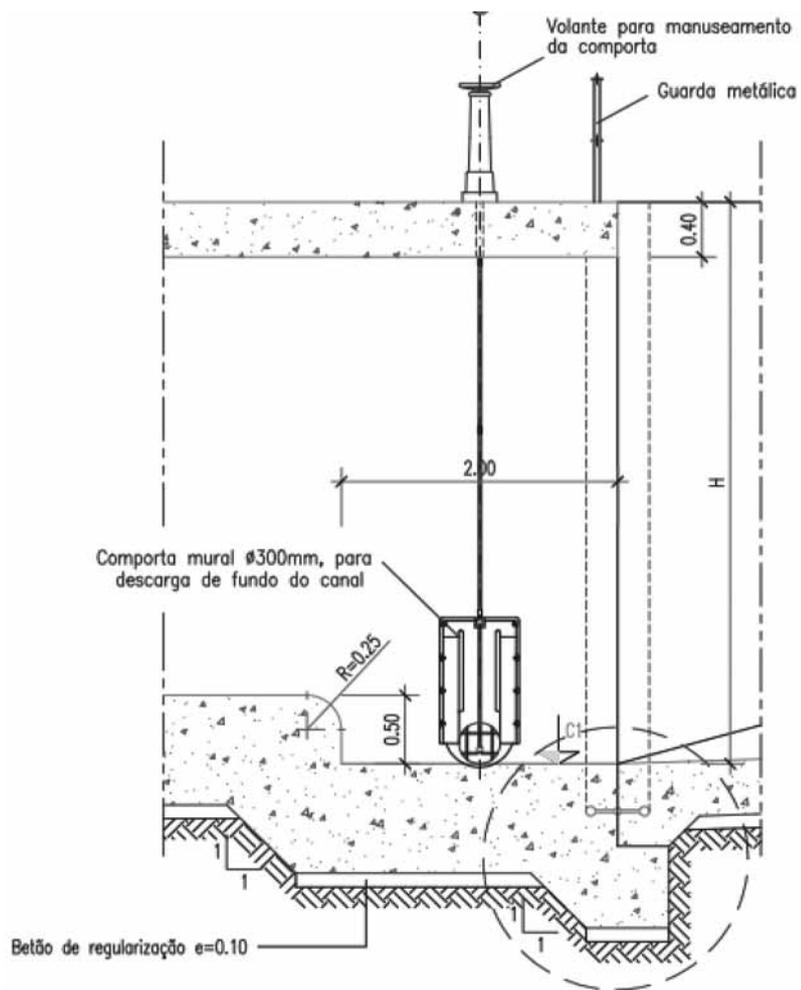


Figura 3 – DESCARGA DE FUNDO DE UM CANAL

- Tomadas de água directas
- Rampas para acesso ao interior



Fotografia 21 – ENTRADA EM RAMPA NO CANAL



Fotografia 22 – CONSTRUÇÃO DE UMA ENTRADA EM RAMPA NO CANAL

- Escadas de acesso ao interior
- Cadeias + bóias de salvamento

2.2. Dos adutores em pressão

Para a constituição dos adutores podem utilizar-se tubos de vários materiais. Em perímetros de rega portugueses, actualmente, utilizam-se essencialmente tubos de:

1. Material plástico – PEAD e PVC – para os troços com “pequenos” diâmetros (por exemplo para $DN \leq 630$);



Fotografia 23 – TUBO EM PEAD (coloca-se com cintas após soldadura fora da vala)

2. Ferro fundido dúctil – FFD – troços com pressão elevada e diâmetros intermédios (note-se que o máximo diâmetro fabricado correntemente é o 1000/1200 e, em geral, estes últimos diâmetros já são economicamente pouco interessantes);
3. Betão armado – essencialmente os tubos com alma de aço – nestes tubos a limitação de DN é menor, mas não é corrente a possibilidade de obter (em tempo útil) tubos com DN superior a 3200;



Fotografia 24 – TUBO COM ALMA DE AÇO



Fotografia 25 – INSTALAÇÃO DE DOIS TUBOS NUMA VALA COMUM

Nestas duas, Fotografias (24 e 25), podem ver-se alguns dos aspectos fundamentais da forma usual de colocação deste tipo de tubos em obra:

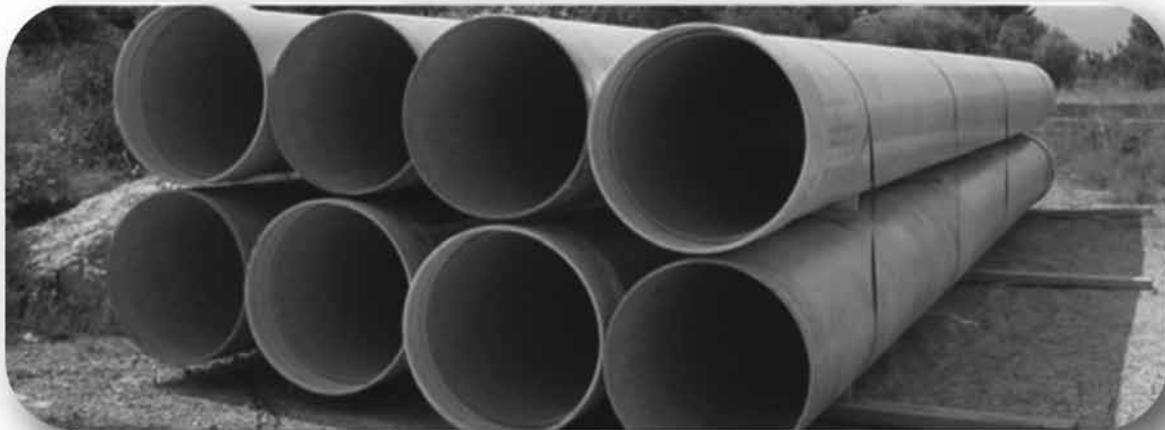
- Escavação da vala;
- Colocação do leito de areia no fundo da vala;
- Suspensão do tubo por cintas, e sua movimentação através de uma grua estacionada lateralmente e com um grande braço);

A colocação destes tipo de tubos, se de grande diâmetro, dado o seu peso pode apresentar algumas dificuldades acrescidas.

4. Tubos de aço – são um produto importado, cujo preço, disponibilidade e características tem variado significativamente, no nosso mercado⁸;
5. Tubos de PRFV – em que o máximo diâmetro fabricado, correntemente é o 2350⁹.

⁸ O campo de aplicação destes tubos é semelhante ao dos tubos de betão com alma de aço. Têm como principal vantagem, a facilidade de manuseamento para colocação, em obra. Como desvantagem, pode-se dizer que a mão-de-obra necessária à sua instalação é mais exigente (pela necessidade de mobilização de soldadores experientes e a execução de teste das soldaduras) e que o aço é dos materiais mais atacados pela corrosão química ou electroquímica – ou seja, nos tubos enterrados deverá ainda ser considerada, em geral, a aplicação de uma protecção catódica, de acordo com a resistividade do terreno.

⁹ Alguns fabricantes europeus apresentam referências até DN 3000.



Fotografia 26 – TUBOS DE PRFV EMPILHADOS

Nesta fotografia vêem-se alguns dos cuidados a ter em obra, no armazenamento deste tipo de tubos, de nomeadamente:

- A sua não instalação directamente no solo;
- O travamento dos tubos através de calços de madeira;
- A fixação dos tubos, para evitar deslocações indevidas.

Nestes tubos esta precaução é particularmente importante por terem pouca resistência própria e actuarem, essencialmente, como uma membrana de impermeabilização (sendo a resistência obtida, em grande parte, através do aterro que os contem).

Outros materiais existem e são passíveis de serem utilizados, mas a sua utilização não tem tido expressão significativa, em Portugal, nos últimos anos.

A selecção, entre os diferentes materiais e tipos de tubo, deve ser efectuada em função das respectivas características físicas, do seu custo (de instalação e de manutenção) e, ainda, da “facilidade” de colocação em obra. Neste último aspecto, refira-se que os meios de colocação em obra podem ter de ser completamente distintos e os perfis tipo das respectivas valas de instalação também.

Dadas as limitações de diâmetros disponíveis, excepto para grandes extensões, para a constituição dos adutores (verifica-se que tubagens com diâmetros superiores a 2,5 m são economicamente dificilmente justificáveis) verifica-se que o campo de aplicação dos adutores em pressão fica limitado superiormente por caudais da ordem dos 8/10 m³/s.

Para a ligação entre os diferentes tubos e destes aos restantes órgãos estão disponíveis diversos tipos de juntas e juntas mecânicas - porem dada a especificidade destes e a sua dependência do tipo de tubo e de situações a ter em consideração, este aspecto, embora da maior importância, não irá ser aqui abordado.

Os perfis tipo das valas para instalação dos tubos são função, quer do tipo e diâmetro do tubo, quer do tipo de solo interessado, da profundidade de escavação e do local de instalação. Assim, para tubos de grande diâmetro este perfil deve ser estudado cuidadosamente, pois a sua inadequação pode levar a um “mau” assentamento dos tubos (essencialmente por mau confinamento dos tubos), a custos desnecessários ou a acidentes de trabalho. A título exemplificativo, apresentam-se, nas Figuras 4 e 5, perfis transversal tipo, que tem em consideração alguns dos principais aspectos acima enunciados.

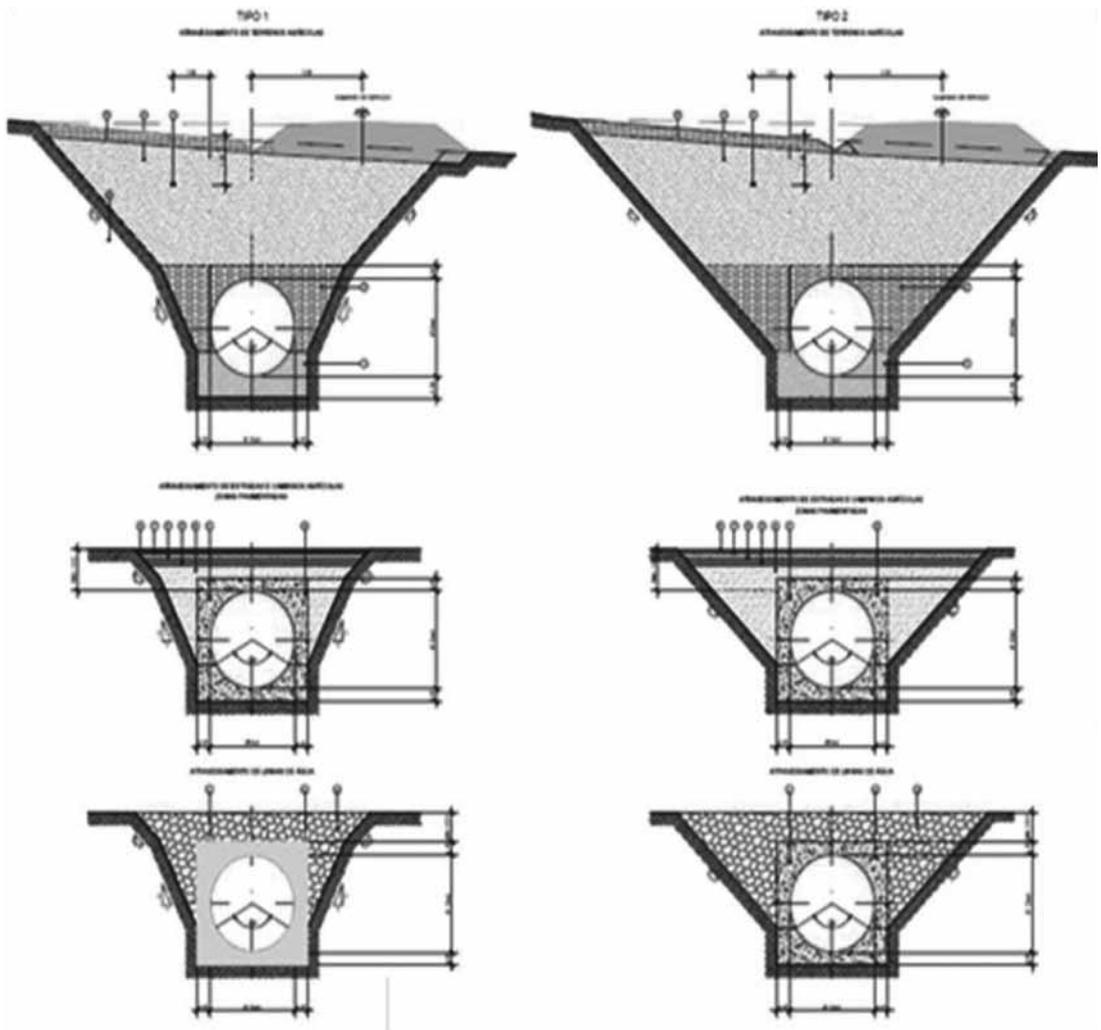


Figura 4 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO A UTILIZAR NUM SOLO "SEM" COESÃO INTERNA, EM LEITOS DE CHEIA E SOB O LEITO MENOR DAS LINHAS DE ÁGUA

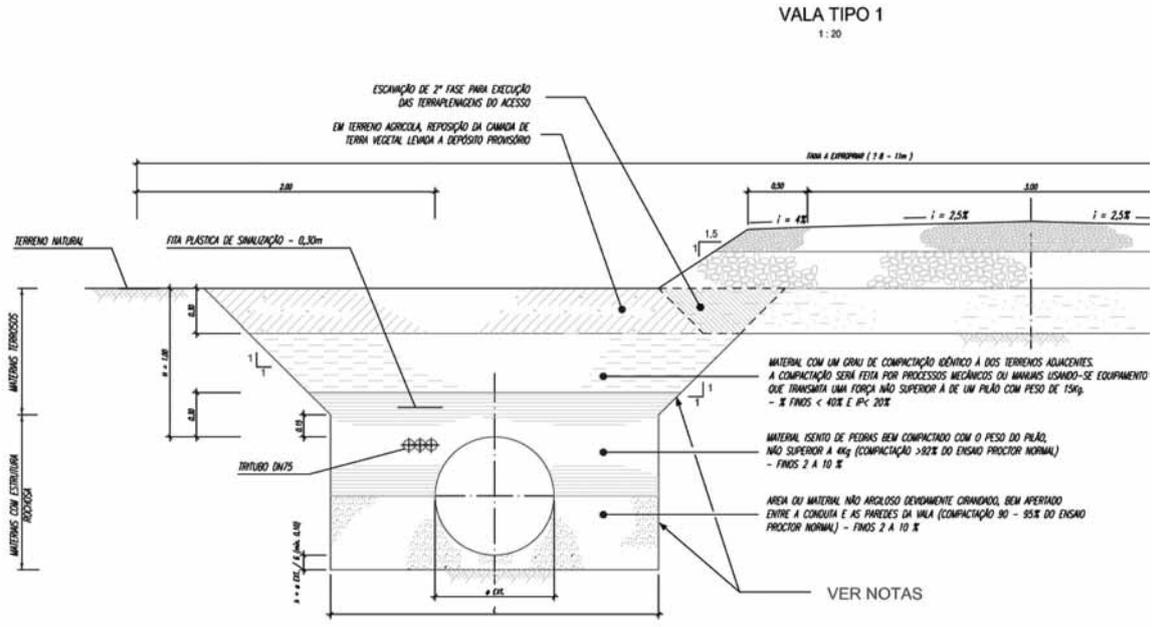


Figura 5 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO A UTILIZAR NUM SOLO COM "ALGUMA" COESÃO INTERNA

Da observação das Fig. 4 e 5 deve realçar-se:

1. A necessidade de até meio diâmetro do tubo a largura da vala ser contida na mínima largura possível para a instalação do tubo - por exemplo largura de base (DN + 1m) + talude mínimo para o solo ser estável "a curto prazo";
2. Acima desta cota, os taludes têm de ser variáveis, em função das características dos solos (no estabelecimento destes taludes deve ter-se em consideração que eles são taludes "provisórios");
3. A distância entre a crista do talude da vala (ou da banquetta a criar no seu talude) e o eixo de implantação da conduta, a distância tem de ser inferior a cerca de 90% do braço da máquina que se vai utilizar para a sua colocação.



Fotografia 27 - COLOCAÇÃO DE TUBO EM VALA

Com esta fotografia é possível ilustrar-se que:

- a vala foi escavada com duas inclinações distintas – uma menor até ao meio diâmetro da conduta e outra mais deitada na parte superior da vala;
- a vala foi parcialmente cheia com material cirandado, deixando contudo em aberto as zonas de ligação entre tubos para se poder verificar a sua estanqueidade, aquando da realização dos respectivos ensaios.

Como se sabe, o projecto de uma adutora, para além deste aspecto, pressupõe, essencialmente, a selecção do diâmetro óptimo e a análise das condições de escoamento¹⁰ e a selecção do respectivo traçado¹¹ (em planta e em perfil longitudinal) – sendo que estes últimos estão intimamente ligados às características topográficas, geológicas e geotécnicas locais.

Na selecção do diâmetro a instalar, deverá ter-se em consideração que:

- nas condutas gravíticas – o diâmetro deve ser tal que a perda de carga, para a situação de máxima rugosidade provável, correspondente ao caudal de dimensionamento seja igual ao desnível energético existente.

¹⁰ Em geral, admite-se que a velocidade, para o caudal de dimensionamento, se encontra entre o 0,8 e os 2 m/s.

¹¹ O traçado deve ser o que conduza à maior economia em termos de custo global da solução (custos de primeiro estabelecimento / investimento e custos de exploração).

- contudo, velocidades superiores a 3/4 m/s não são usuais e a sua viabilidade deve ser estudada cuidadosamente;
- nas elevatórias – o diâmetro deve ser tal que o custo global actualizado (custo de investimento em capital fixo e custo de operação e manutenção), para o horizonte de projecto, seja o mínimo.

Em relação à determinação do DN nestas condições deve referir-se que, dadas as evoluções verificadas recentemente, quer no custo dos tubos e nas demais obras conexas, quer na energia, verifica-se que todas as fórmulas teóricas conhecidas apresentam valores não confiáveis. Deve referir-se também, que os cálculos que se conhecem conduzem a velocidades de dimensionamento nos diâmetros óptimos entre 2 e 3 m/s.

No entanto, além dos condicionamentos referidos, outras disposições técnicas de traçado condicionarão o traçado final da conduta. Se em planta traçássemos uma linha recta entre a origem e o ponto de adução, a conduta, cujo perfil fosse também uma recta, obteríamos a solução ideal do ponto de vista teórico - dado que o comprimento da conduta seria o mínimo possível e esta seria, praticamente, desprovida de órgãos acessórios. Na prática, no entanto, este procedimento é geralmente incompatível com outras restrições/ condicionamentos, como por exemplo:

- A vantagem de implantar as adutoras ao longo dos caminhos públicos, pois, entre as diversas vantagens inerentes a este procedimento, minimiza as indemnizações por atravessamento de terrenos particulares, facilita a execução, observação e manutenção da obra;
- A possibilidade de reduzir as pressões nos diversos troços, determinantes das características mecânicas das tubagens a utilizar¹²;
- A vantagem de desviar o traçado de zonas pantanosas, com deficientes condições de fundação, de afloramentos rochosos, de terrenos com características fortemente agressivas, ou de zonas arborizadas¹³;
- Profundidade mínima no assentamento das tubagens (em geral as tubagens em que a geratriz superior do tubo se encontra a menos de 0,90 m da superfície, necessitam de ser protegidas);
- A necessidade de respeitar as inclinações mínimas, da ordem de 0,3% nos troços ascendentes e de 0,5% nos troços descendentes. Não se devem executar troços de adutoras horizontais¹⁴;
- Optar, em perfil longitudinal, por um traçado o mais regular possível, não acompanhando necessariamente o terreno natural, o que poderá dar origem a maiores profundidades de escavação em alguns troços;
- Quando a inclinação da conduta for superior a 25%, terá de se atender à necessidade de amarrar a tubagem a maciços de ancoragem;
- A linha piezométrica, correspondente à situação de dimensionamento, tem de se manter acima da conduta ao longo de todo o traçado¹⁵.

Para assegurar o bom funcionamento dos adutores é necessário dota-los de diversos órgãos acessórios, de que os mais correntes são:

- As ventosas – colocadas nos pontos altos e/ou sempre que os tubos mudam significativamente de declive. O seu cálculo deve ser feito tendo em atenção o caudal máximo de ar que

¹² Com preços diferentes.

¹³ Essencialmente as com espécies de raiz fasciculada, nomeadamente os eucalipto e os choupos.

¹⁴ No caso de o perfil do terreno ser horizontal a adutora deve apresentar, alteradamente, perfis descendentes e ascendentes.

¹⁵ Uma maior profundidade de implantação da conduta pode, em certos casos, resolver este problema. Escavações até 4m são as mais fáceis de concretizar. Escavações acima de 10m, em geral, apresentam uma fraca viabilidade técnico-económica.

têm de evacuar e o facto de este ter de escoar pelo orifício da ventosa com uma velocidade máxima da ordem dos 7 m/s.

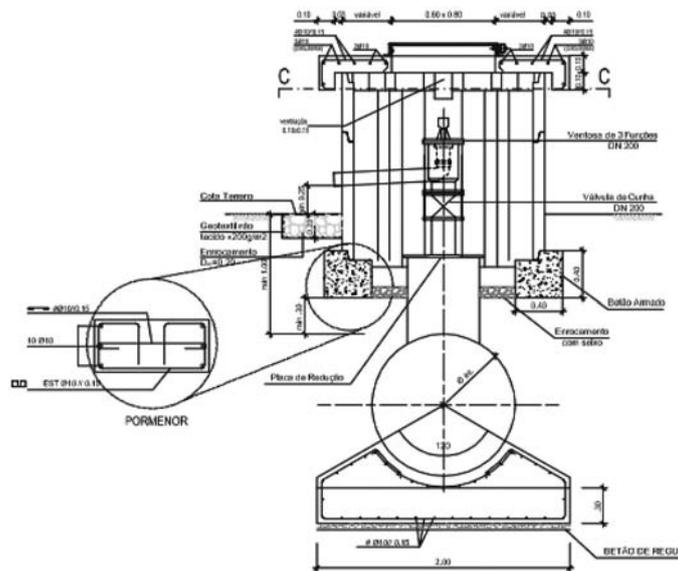


Figura 6 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE UMA VENTOSA

- As descargas de fundo – colocadas nos pontos baixos e se possível de forma a permitir a drenagem gravitacional da água para a linha de água próxima.

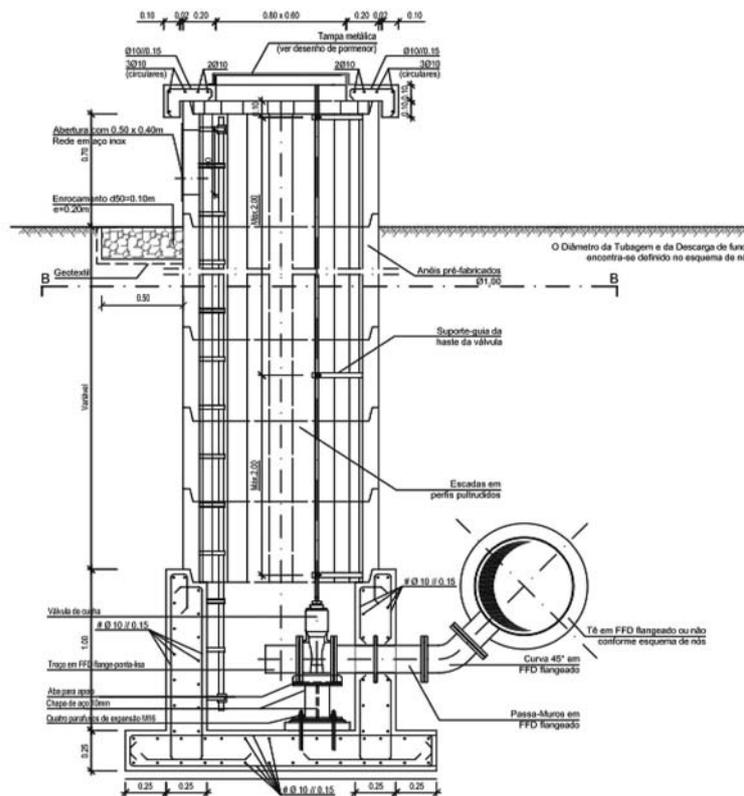


Figura 7 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE UMA DESCARGA DE FUNDO



Fotografia 28 – CAIXA DE DERIVAÇÃO E DESCARGA DE FUNDO

Dadas as “limitações de obra” impostas por diversas entidades (por exemplo as Estradas de Portugal e a REFER) a transposição de alguns tipos de infra-estruturas tem de ser feito sem interrupção de serviço ou obras a “céu aberto”, o que implica a colocação das condutas através da utilização de perfuração dirigida ou da cravação – métodos sempre mais dispendiosos e por vezes muito morosos.

O facto de se ter de assegurar largos períodos de observação, antes de fechar a vala, dá origem a por vezes a inundação da vala (por precipitação ou por influência da toalha freática anexa) o que é altamente inconveniente e pode levar a conduta a flutuar.



Fotografia 29 – VALA INUNDADA E CONDOTA FLUTUANDO

3. Dos reservatórios

No dimensionamento dos reservatórios haverá que atender à sua função na rede, a qual esquematicamente, se pode classificar em:

- Reservatório de distribuição / de regularização de transporte – volante de regularização entre a adução e a rede de distribuição (sendo que a primeira é dimensionada para o caudal máximo diário e a segunda para o caudal de ponta) - situação mais frequente e em que a fixação final do volume a considerar deve, tal como atrás já referido, ser objecto de um estudo global de dimensionamento.

- Reservatório de equilíbrio – destina-se a manter a cota piezométrica na rede com um valor determinado
 - Reservatório de origem – no início da rede de distribuição
 - Reservatório intermédios ou de extremidade – em que a alimentação é feita a partir da rede (estes por vezes também servem como volante de regularização – acumulam a água nas horas de menor consumo para a cederem nas horas de ponta¹⁶)

Face às diversas funções enunciadas podem considerar-se no dimensionamento do volume de reservatório, as seguintes regras base:

- Volante de regularização – função da lei de entrada e dos pedidos da rede (vol. mínimo no caso de ser alimentado em permanência – 2 horas de consumo do mês crítico) e ainda da hidrodinamicidade da rede.
- Reserva para consumo – vol. mínimo de 30 a 50% do consumo do dia de maior consumo do mês crítico ou 4 a 8 horas de caudal de dimensionamento.
- Regularizar o funcionamento da bombagem – vol. mínimo (m³) = caudal da bomba (m³/s) / número máximo de arranques por hora (3 a 6) ou volume adequado para faltas de energia

Dados os caudais em equação serem muito consideráveis, a aplicação simples ou conjugada destas regras, dá origem à necessidade de construção de reservatórios de grande dimensão (frequentemente com volumes úteis superiores a 100 000 m³), o que limita seriamente o tipo de reservatórios que é viável técnico-económicamente construir.

Assim, é corrente a utilização de reservatórios “naturais”, obtidos a partir da construção de uma pequena barragem, num vale, e de reservatórios artificiais de terra, obtidos parte por escavação, parte por confinamento com um dique impermeabilizado com uma membrana (Fig. 8).

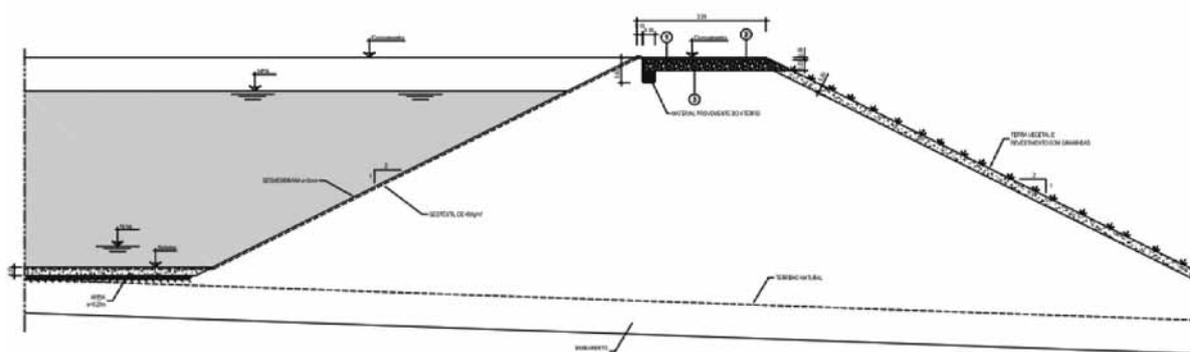


Figura 8 – PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE UM DIQUE DE CONTORNO DE UM RESERVATÓRIO ARTIFICIAL, SEMI-ESCAVADO

A utilização de lajes de betão para a constituição do órgão de impermeabilização dos reservatórios escavados de grandes dimensões, tem vindo a tornar-se técnico-economicamente menos interessante.

A folga a considerar no dimensionamento do reservatório deve ter em consideração as suas dimensões, segundo o rumo mais desfavorável do vento, e o declive do respectivo talude, existindo diversos métodos para o seu cálculo.

¹⁶ Uma estimativa do volume requerido para esta função pode ser feita considerando que este vai fornecer o caudal necessário à sua zona de influência em t horas em que $t = 36/D$ sendo d o factor da ponta diária de consumo.

Independentemente, dos valores que se possam assim obter não é adequada a consideração de folgas, acima do “nível de evacuação pelo descarregador do caudal de dimensionamento” inferiores a 0,5 m.

A sequência das principais actividades correspondentes à implantação de um reservatório artificial de terra são as seguintes:

1. Criação do reservatório por escavação e aterro em dique lateral.



2. Construção do sistema de drenagem de fundo (compreendendo a colocação de drenos com tubos perfurados envolvidos e geotêxtil, numa vala de brita)



3. Criação de uma camada drenante, em brita, sob a tela e após esta colocação da tela



4. Pormenor da ancoragem da tela (que pode ser feita com uma viga de betão ou só com o solo – como é o caso que se exemplifica) e o reservatório após ter terminado a colocação da tela e procedido à soldadura dos diversos painéis, entre si.

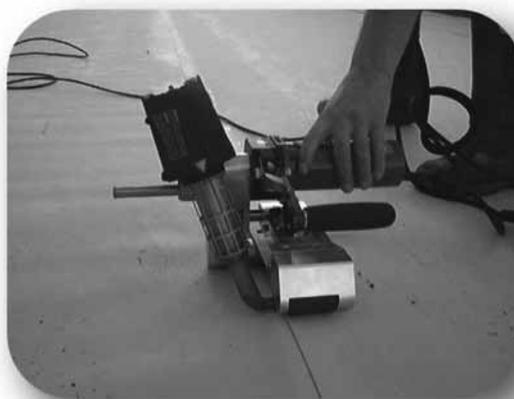


5. Aspecto do reservatório depois de cheio



Na execução deste tipo de reservatório particular cuidado haverá que ter no que respeita a:

- Ligação entre as telas, que podem ser em PVC ou telas asfálticas;



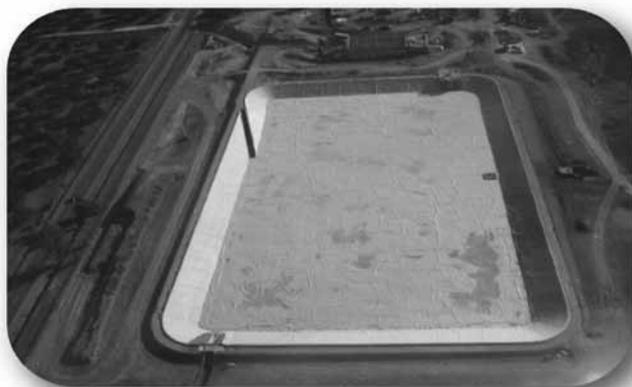
Fotografia 30 – EQUIPAMENTOS DE SOLDADURA DE MEMBRANAS DE PVC (SOTECNISOL)



Fotografia 31 – EQUIPAMENTOS DE SOLDADURA DE MEMBRANAS ASFALTICAS)

- Ligação entre as telas e as infra-estruturas de betão (nomeadamente das câmaras de entrada, saída e descarga de fundo)
- Inclinação de fundo adequada a esgotar água e material depositado, através da descarga de fundo.

Neste tipo de reservatórios, para além de se assegurar uma adequada drenagem do seu tar-
doz da membrana, é preciso ter particular cuidado com o dimensionamento e especificação da
tela, para que esta tenha um desempenho adequado (por exemplo não se rompa ou enrugue).



Fotografia 32 – RESERVATÓRIO ESCAVADO REVESTIDO COM TELA E ENTRADA EM RAMPA

Dadas as limitações existentes, este tema será tratado aqui mais resumidamente, dado que
em algumas das comunicações, que são apresentadas a estas Jornadas, são analisados aspectos
particulares da construção destes dois tipos de reservatórios.



Fotografia 33 – RESERVATÓRIO ESCAVADO REVESTIDO COM TELA (este além da sua
função de regularização dos pedidos funciona ainda como câmara de aspiração)

4. Aspectos ambientais

Embora em empreendimentos de certo vulto seja corrente a existência de problemas ambientais a resolver, para a implantação de grandes infra-estruturas, as infra-estruturas em linha são particularmente sensíveis a esta problemática e no seu projecto (nomeadamente no seu traçado em planta) ela é certamente um dos pontos essenciais a ter em consideração.

Assim, a elaboração das campanhas de reconhecimento arqueológico devem ser desenvolvidas a par com o respectivo projecto.

Particular cuidado haverá que ter na análise de canais abertos “versus” adutores em pressão pois os primeiros apresentam os seguintes problemas adicionais:

- Efeito barreira
- Impacto na paisagem
- Perigo de armadilha para os animais.

Da experiencia vivida no Alentejo verifica-se que os locais de maior cota, junto a áreas de bons solos, foram ao longo da história, em geral, ocupados pelo homem, existindo aí vestígios da sua actividade.

Assim, os trabalhos de reconhecimento arqueológico efectuados em zonas altas revelaram frequentemente a existência de castros e mesmo necrópoles, que foi necessário estudar e acondicionar. Na Fot. 34 apresenta-se um exemplo destas situações.



Fotografia 34 – TRABALHOS DE ESCAVAÇÕES ARQUEOLÓGICAS NUM RESERVATÓRIO E OBRA DE PRESERVAÇÃO DE EXISTÊNCIAS ARQUEOLÓGICAS NO INTERIOR DO MESMO

BIBLIOGRAFIA

Impermeabilização de canais de rega a céu aberto. Filipe Miguel de Almeida Morgado. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil;

Elementos cedidos pela EDIA, designadamente os constantes de diversos projectos de execução do EFMA, cujos autores são nomeadamente os consórcios COBA-Prosistemas, AQUALOGUS-Campo de Água e PRO-CESL – GIBB.

TEMA 4

**ESTAÇÕES DE BOMBAGEM
E MINI-HÍDRICAS**

ESTAÇÕES DE BOMBAGEM DOS APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

João Campos

1. PREÂMBULO

O regadio constitui o sistema de produção agrícola mais importante nos países cujo clima, como o nosso, se caracteriza por um deficit hídrico durante o período anual de maior radiação. Ao recorrer ao consumo de água, um recurso natural de disponibilidade limitada, a adaptação ao regadio reclama, cada vez mais, o desenvolvimento de sistemas tecnologicamente avançados, de forma a operar, monitorizar e comandar automaticamente o funcionamento das infra-estruturas de retenção/armazenamento, derivação ou captação, adução e transporte, regulação e distribuição de água e, assim, contribuir significativamente para uma gestão eficiente, económica e ambientalmente sustentada daquele recurso.

As áreas mais representativas de regadio estão enquadradas nos aproveitamentos hidroagrícolas (AHs) que constituem unidades do território nacional, ordenadas relativamente ao acesso à disponibilidade de água, de forma colectiva e equitativa, por garantia de volume e/ou de caudal, segundo um plano cultural criteriosamente estabelecido, para suprimento atempado das necessidades hídricas anuais e de ponta das culturas realizadas nas parcelas agrícolas, incluídas em cada uma daquelas unidades territoriais, e, ultimamente, também por garantia de pressão, para funcionamento automático dos aparelhos de aplicação de água às plantas, por aspersão ou gota-a-gota.

A referida disponibilidade, com uma ou várias origens de água, é conseguida, como vimos, pela existência de infra-estruturas de retenção/armazenamento, derivação ou captação, adução e transporte, regulação e distribuição da água. A sua distribuição equitativa e abrangente em zonas com algum relevo, sem a predominância de altitudes que garantam o armazenamento e distribuição gravítica, apela à instalação de Estações de Bombagem (EBs) para, através de elevação ou de pressurização de redes de distribuição, permitir alcançar áreas com aptidão em que a cota e/ou a distância ao reservatório impediriam o acesso directo à água e, conseqüentemente, a sua exploração como regadio.

Os aproveitamentos hidroagrícolas com transporte de água através de canais gravíticos com comando por montante, que constitui em grande parte a concepção dos sistemas portugueses, dada ser este o sistema que vigorava na época da sua construção, têm uma baixa eficiência dada a sua inércia. Para fornecer água na tomada de rega em determinado momento é necessário libertar caudais na barragem algumas horas antes. Os caudais libertados não podem ter a precisão dos consumos, pois para além de terem de fazer face a perdas por evaporação, por infiltração, por operação, por vezes, quando chegam aos locais de consumo já não são necessários porque entretanto houve precipitação e as culturas já não necessitam de rega, sendo os excedentes descarregados para as linhas de água. A introdução de sistemas complementares de distribuição a pedido, com uma estação de bombagem e uma rede pressurizada, em zonas de outras culturas que não o arroz, pode melhorar a eficiência do consumo de água dos empreendimentos. Neste tipo de distribuição, para fazer face aos consumos de ponta, é necessária a existência de um reservatório com volume armazenado suficiente para compensar diferença da constância de caudal transportado que geralmente caracteriza os sistemas de transporte gravítico com comando por montante. Nestes reservatórios são encaixados os excedentes, permitindo um maior constância no despacho dos caudais libertados na barragem. Estes sistemas que permitem uma melhoria significativa na eficiência de consumo de água, têm o reverso da medalha de exigirem consumos de energia eléctrica elevados,

que ao recorrer em grande parte aos combustíveis fósseis para a sua produção é também eivada de escassez.

As EBs dos aproveitamentos hidroagrícolas desempenham assim um papel decisivo, embora não exclusivo, nas diversas fases referidas de condução da água desde a sua captação até a parcela onde será aplicada à planta.

No regadio intensivo de aproveitamentos hidroagrícolas de relevo muito plano, em complemento com a garantia de disponibilidade de água para rega, para que o ciclo cultural se estabeleça atempadamente, é necessário garantir a regulação dos níveis de toalha freática, retirando os excedentes de água na zona radicular, não só para que as plantas se possam desenvolver normalmente, como também, para criação de condições para as máquinas transitarem no momento adequado para a execução dos respectivos trabalhos culturais, ou, ainda, para regular níveis de água de inundações de acordo com exigências específicas de estados fenológicos, como é o caso da cultura do arroz, de forma a minimizar as incidências da variabilidade do clima na rentabilidade da cultura.

2. CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE BOMBAGEM DOS APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

2. 1. Primeiro Nível de Classificação Quanto ao Função a Que se Destinam

Nos dois últimos parágrafos do preâmbulo anterior, é possível identificar duas funções distintas que podem induzir a promoção da construção de EBs colectivas, em aproveitamentos hidroagrícolas.

No primeiro grupo encontram-se as **Estações de Bombagem de Rega**; no segundo, as **Estações de Bombagem de Drenagem**, existindo algumas destas infra-estruturas que desempenham as duas funções, com maior ou menor importância de cada uma das componentes, **Estações de Bombagem Mistas**.

2. 2. Segundo Nível de Classificação Quanto ao Desempenho

Para além da função no sistema de que fazem parte, é possível ainda contribuir para a sua identificação com o tipo de desempenho que desenvolvem, ou seja, podemos afirmar que as estações de bombagem dos aproveitamentos hidroagrícolas podem-se destinar à elevação, com simples transposição de água de cotas mais baixas para cotas mais elevadas em superfície livre - **EBs de Elevação**, geralmente com o objectivo de dominar uma maior área com a rede gravítica, ou à pressurização do escoamento que induz, directamente numa rede de condutas fechadas - **EBs de Pressurização**.

Enquanto a pressurização está geralmente associada às EBs de Distribuição e ao seu caso particular, **as sobrepessoras**, a elevação está associada maioritariamente a todos os outros tipos de estações de bombagem, incluindo as de drenagem.

3. ESTAÇÕES DE BOMBAGEM DE DRENAGEM

Dada a variabilidade de concepção ser inferior nas EBs de Drenagem, começamos por identificar as situações que ocorrem nas estações com este fim.

As EBs de Drenagem são EBs de Elevação. Como instalações colectivas que regulam níveis de água no sistema de valas de drenagem que aí aflui, quer com o propósito de regular níveis de toalha freática, quer com o propósito de regular níveis de inundações dos campos de arroz, são conhecidas com esta função duas concepções distintas:

- com grupos monobloco¹ submersíveis instalados em coluna vertical;
- com grupos de coluna vertical com bomba submersível, veio extenso e motor em câmara seca.

Dada a altura de elevação ser geralmente baixa, até 15 metros, e escoarem grandes caudais (≥ 100 l/s), nas EBs de Drenagem utilizam-se maioritariamente grupos axiais ou semiaxiais, de escoamento próximo do axial, ou seja, grupos de velocidades específicas elevadas, que são mais eficientes nestas condições. Nestes grupos, a potência absorvida é máxima (Fig. 1) para caudais nulos ou muito baixos, pelo que, em operação, deve-se considerar, no respectivo comando, o arranque e funcionamento contra válvula aberta, prosseguindo a indicação do fabricante sobre o limite mínimo de operação. Contudo, no caso das bombas de escoamento semi-axial, é por vezes difícil estabelecer uma regra pelo que deverá o fabricante ser questionado previamente sobre este “modus operandi”.

A utilização de válvulas a jusante da bomba para regulação de caudal, sendo uma solução com impacto negativo no consumo de energia, é usada com frequência, no entanto, é completamente interdita em instalações com recurso a grupos elevatórios de elevadas velocidades específicas (bombas axiais e semi-axiais). Esta limitação deverá ser reflectida na concepção de instalações de drenagem em que os níveis de água externos (situações de maré cheia ou de trânsito de caudais de ponta) podem condicionar a abertura franca de uma válvula de maré, que normalmente está associada a este tipo de instalações, trazendo o funcionamento do grupo para uma zona proibida, de potência absorvida muito elevada, que pode originar o sobreaquecimento do motor eléctrico acima da sua classe de resistência.

Nas instalações com este tipo de grupos, com mais do que uma unidade, as linhas de descarga devem ser individuais ou aglutinadas duas a duas para haver perdas de carga idênticas na descarga de cada um dos grupos, especialmente quando está mais do que um grupo a funcionar em simultâneo. Se houver assimetria de perdas de carga é visível a diferença dos consumos energéticos, pois a redução de caudal têm impacto na subida da potência tomada e concomitantemente na subida da intensidade de corrente e do consumo de energia.

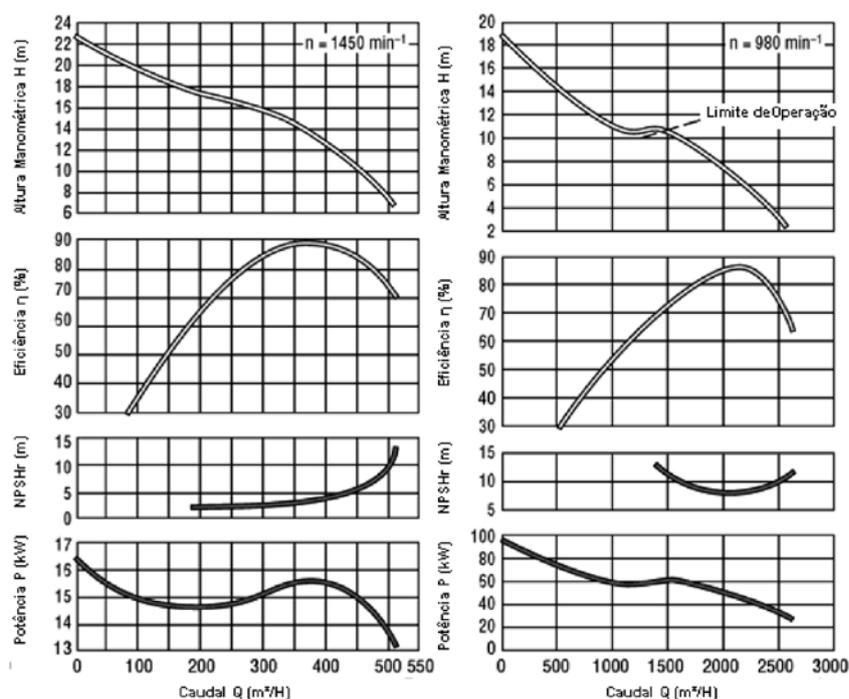


Figura 1 - Curvas Características Tipo de Grupos Axiais e Semi-Axiais

¹ Entendem-se por **grupos monobloco**, os grupos em que o veio é único e comum ao motor e à bomba não existindo uma união elástica, cardan, correia ou qualquer outro tipo de transmissão entre o accionador (o motor) e a bomba.

Os grupos monobloco são mais eficientes do ponto de vista de consumo energético, porque, embora sejam dotados de motores com maior folga, ao não possuírem a extensão longa do veio, se caracterizam por possuírem menores massas girantes. Requerem contudo cuidados específicos na concepção da instalação que, se não forem seguidos, são fonte de problemas na fase de exploração.

Entre as indicações a seguir, é necessário salvaguardar a completa vedação no O-ring de apoio do grupo, na coluna, onde se faz a separação entre a sucção e a compressão (figura 2 - pormenor Y). Se esta vedação não for totalmente garantida, a eficiência de funcionamento do grupo será muito baixa, não se obtendo o desempenho pretendido. Para garantir esta vedação, somos de opinião que o troço da coluna em negativo cónico que constituirá a respectiva superfície sede, onde assentará o referido O-Ring, seja obtido através de uma peça maquinada em torno, com aquela forma.

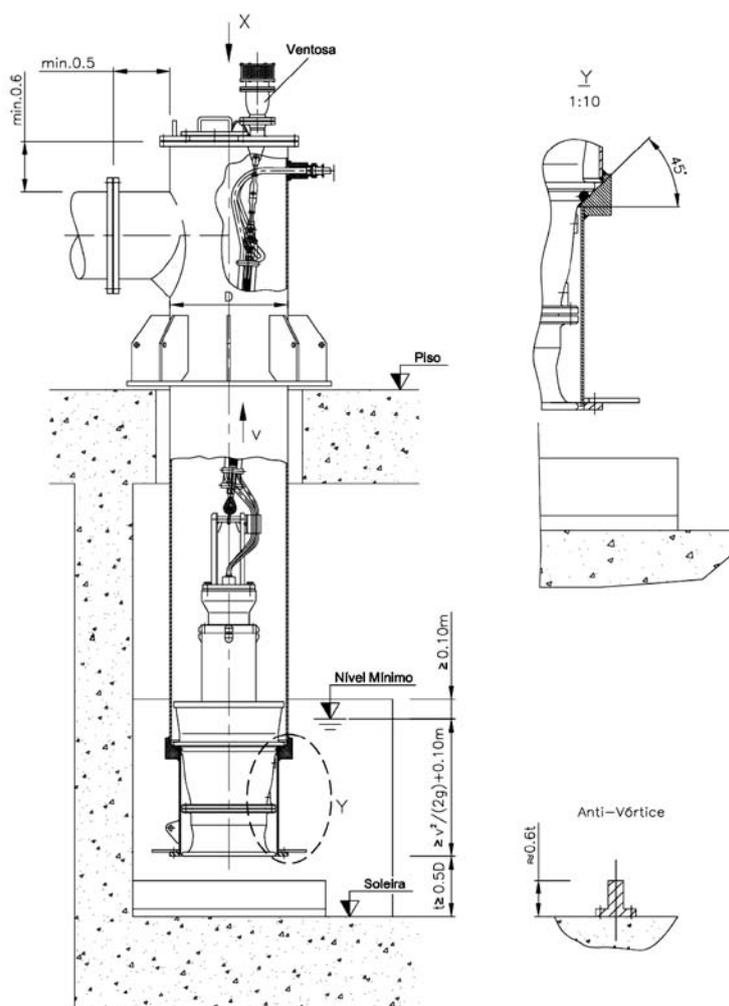


Figura 2 - Grupo Submersível Apoiado em Coluna com Pormenor de Vedação (parte superior à direita)

Outra situação que normalmente é fonte de problemas é forma como é feita a suspensão do cabo eléctrico. O cabo se não ficar tenso tenderá a rodar devido ao fluxo espiralado que sai da bomba, provocando o desgaste do respectivo isolamento, ao roçar na quina que a derivação faz com a coluna, ocasionando a imobilização do grupo, por detecção de água na cabeça do motor do grupo. Na figura 2 apresenta-se uma solução interessante, embora não exclusiva, para obviar a situação.

Geralmente, as instalações de bombas dos grupos submersíveis, quer na concepção de monobloco quer na concepção de veio extenso e motor em câmara seca, pela susceptibilidade de exposição à formação de vórtices visíveis, que se estendem desde a superfície da água até ao local onde funciona o impulsor ou, ainda, pela formação de vórtices submersos, que, pelo efeito de cavitação associado (figura 3), provocam o desgaste dos materiais constituintes do impulsor e

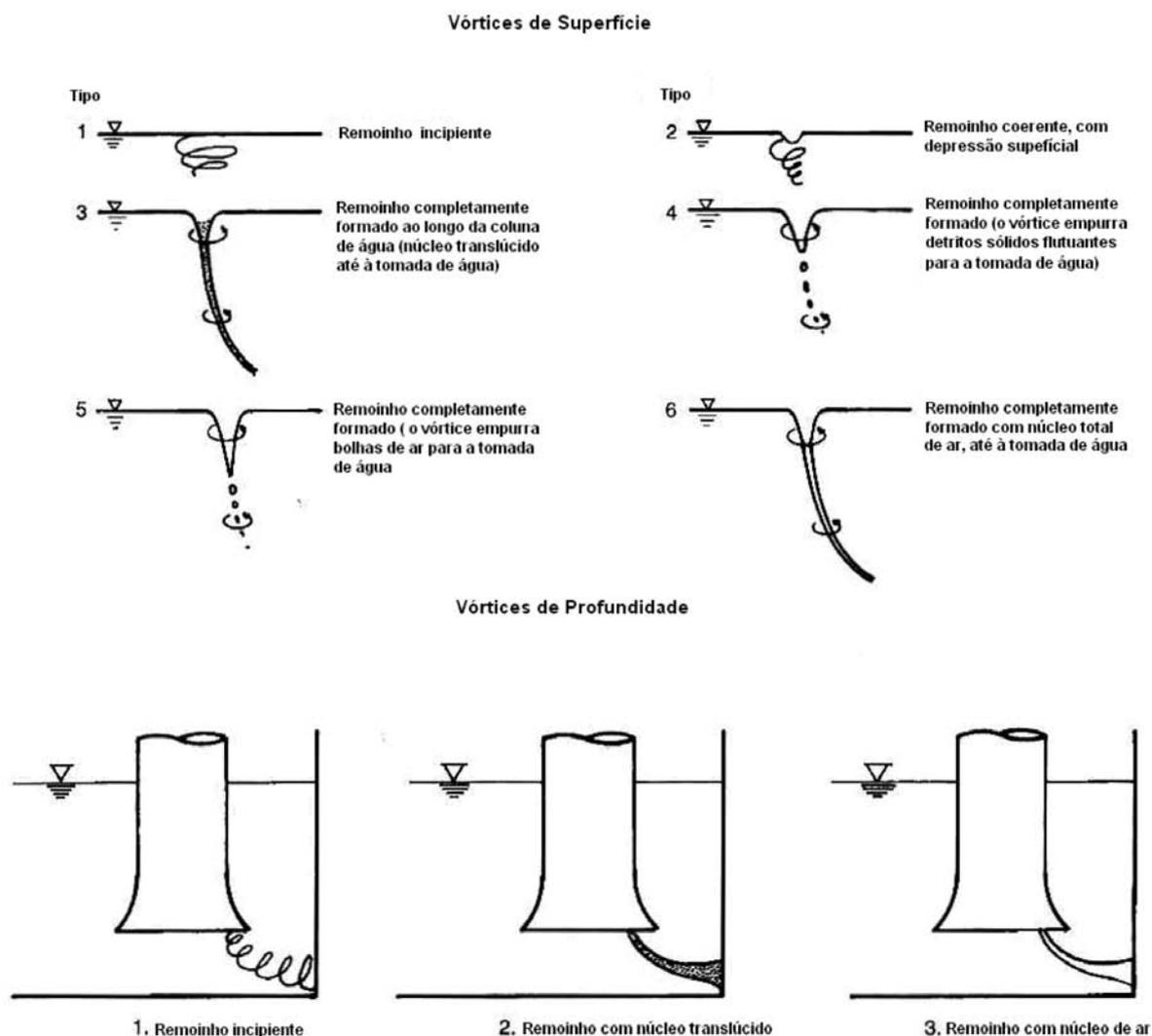


Figura 3 - Tipologia de Vórtices e Remoinhos

das alhetas de condução, rectificação e tranquilização do fluxo, exigem condições geométricas específicas das câmaras onde estão instaladas de forma a evitar a formação daquele fenómeno. O objectivo da necessidade de estabelecimento dos critérios de forma da tomada de água é garantir uma distribuição homogénea do fluxo, livre de turbulência, de remoinhos e de vórtices até à entrada do impulsor, o que inibe a ocorrência de fenómenos de cavitação, de vibração e de ruído.

Uma tomada de água bem concebida seria um canal recto onde o fluxo aceleraria gradualmente e de forma homogénea até à entrada do impulsor. Existem várias normas internacionais que estabelecem critérios de forma que minimizam a ocorrência de vórtices e remoinhos; os mais frequentemente seguidos são os do Hydraulics Institute dos Estados Unidos da América, que servem de base ao formulário que se segue.

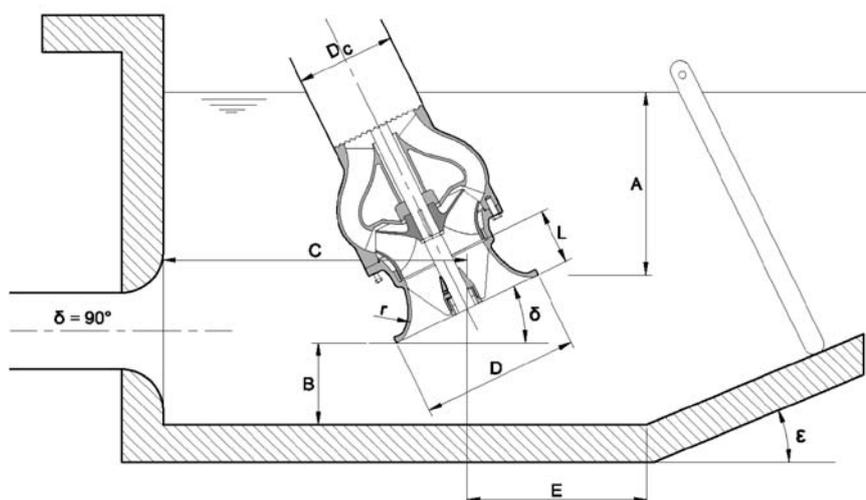


Figura 4 - Esquema de Tomada de Água com a Definição das Dimensões que Influenciam as Condições de Entrada numa Bomba Submersível

Os critérios que incorporam as dimensões ilustradas na figura 4, baseiam-se na velocidade máxima de entrada de 2 m/s considerada como velocidade de referência (v_{ref}).

É aconselhável que a embocadura (extremidade inferior) da coluna tenha a forma conhecida como tulipa². O raio da curva de concordância da coluna com a embocadura $\geq 0,25 \cdot D_c$. O diâmetro de entrada da tulipa deverá prosseguir o seguinte valor:

$$D \geq 0,80 \cdot \sqrt{Q} \quad (1)$$

em que:

D - Diâmetro da Entrada da Tulipa de Sucção (m);

Q - Caudal Máximo Previsto da Instalação (em m³/s);

A submersão mínima (dimensão A) da extremidade mais superficial da entrada da bomba, é dependente essencialmente do ângulo δ e da distância da entrada do impulsor à entrada da tulipa da bomba

$$A \geq \left[1,25 \cdot \sqrt{Q} \cdot \cos^2(\delta) + \left(\frac{D}{L} \right) \cdot \sqrt{Q} \cdot \sin^2(\delta) \right] \cdot \left(\frac{v}{v_{ref}} \right) \quad (2)$$

em que:

A - Submersão Mínima da Extremidade Mais Superficial (em m);

δ - Ângulo do Plano de Entrada da Tulipa de Sucção com a Horizontal (em °) - $\delta = 0^\circ$ para colunas verticais e $\delta = 90^\circ$ para colunas horizontais;

v - Velocidade do Escoamento na Coluna (em m/s) $\frac{D_c}{Q}$;

D_c - Diâmetro da Coluna de Elevação (m);

V_{ref} - Velocidade de Referência (valor a considerar 2m/s).

Contudo, o valor da submersão mínima tem de ser incrementado para além do valor determinado pela fórmula 2 se não for cumprida a condição de **NPSH** (fórmula 3)

²Na terminologia inglesa "bell mouth"

$$NPSH_r \leq NPSH_a + 1 \quad (3)$$

$$NPSH_a \approx \frac{P_0}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} + A - L \cdot \cos(\delta) \quad (4)$$

em que:

$NPSH_r$ - Carga Absoluta acima da Tensão de Vapor Requerida pelo Impulsor da Bomba (em m)

$NPSH_a$ - Carga Absoluta acima da Tensão de Vapor Disponível na Configuração de Montagem (em m)³

P_0 - Pressão Atmosférica Absoluta no Local da Instalação (em Pa);

P_v - Tensão de Vapor à Temperatura da Água (em Pa);

γ - Peso Específico do líquido a bombear (em N/m³).

A dimensão **B**, da extremidade mais funda da tulipa de sucção deve satisfazer a seguinte condição (fórmula 5):

$$B \geq 0,30 \cdot D \cdot \cos(\delta) \quad (5)$$

A distância do centro da boca da tulipa de aspiração à parede de topo, perpendicular à direcção do fluxo é deve cumprir a seguinte fórmula:

$$C \leq 1,25 \cdot D \cdot \cos(\delta) \quad (6)$$

Em caso de colocar duas bombas na mesma câmara de bombagem, preferencialmente devem ser colocadas perpendicularmente à direcção do fluxo, numa distância mínima entre eixos de **2.C**.

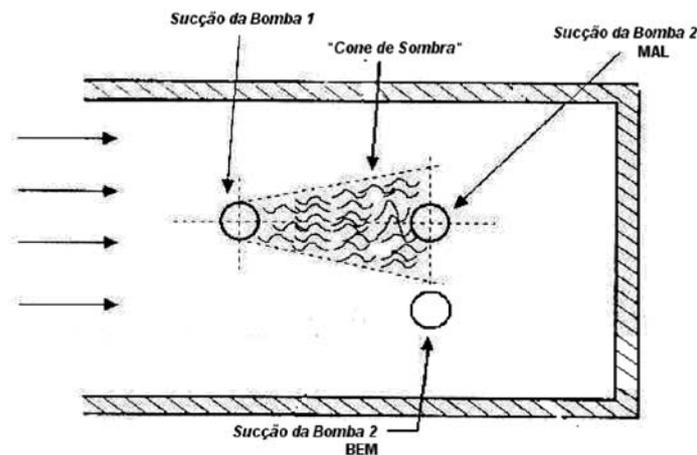


Figura 5 - Interação de Colunas de Sucção na Mesma Câmara de Sucção

No caso de não ser possível a instalação perpendicular deve ter-se em consideração o fenómeno da figura 5 ou seja a jusante da coluna da bomba 1 forma-se uma zona prismática onde se desenvolvem vórtices, na figura representado pela designação de "cone de sombra". Neste caso devem ser desfasados os eixos das colunas para evitar o efeito referido.

³ A parcela de 1 m na fórmula 3 é um valor de segurança de protecção contra a cavitação.

A soleira da câmara de sucção deve ser nivelada e a construção de qualquer rampa deve obedecer ao critério de fixação da dimensão **E** definido na seguinte fórmula:

$$E \geq 5 \cdot D \quad (7)$$

e o ângulo máximo de inclinação da rampa deverá ser $\epsilon = 15^\circ$.

No caso de se pretender individualizar as câmaras de sucção por razões de manutenção, para se poderem isolar com comportas ou ensecadeiras, as dimensões das câmaras deverão ser de acordo com a figura 6.

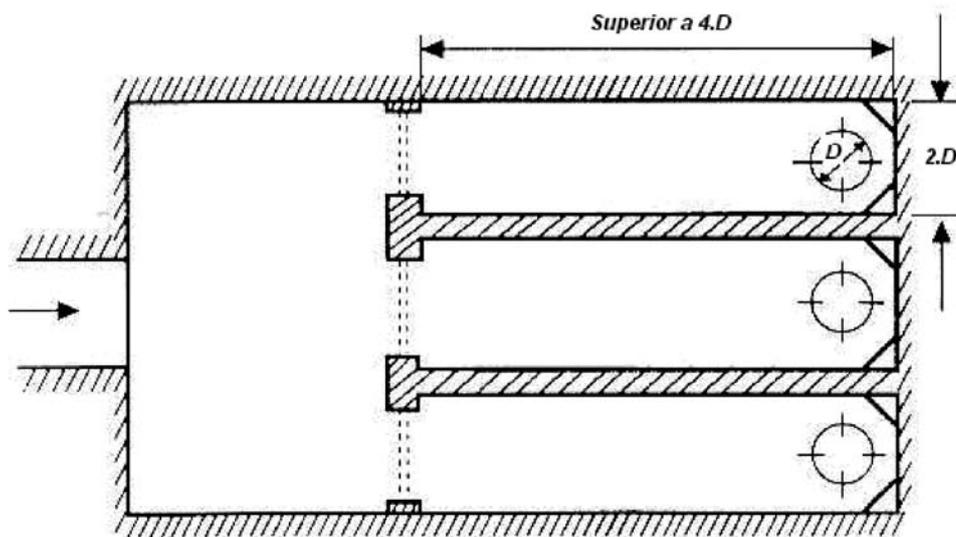


Figura 6 - Dimensões Mínimas das Câmaras de Sucção

Os critérios anteriormente explanados são indicações aplicáveis em situações normais. Em instalações de grandes dimensões devem ser estabelecidos modelos à escala para fazerem simulações de fluxo e identificar os fenómenos que podem condicionar as diversas dimensões das câmaras de sucção.

Não obstante se ter introduzido esta matéria no capítulo das estações de bombagem de drenagem, os critérios apresentados têm aplicabilidade a instalações de rega em que os grupos de bombagem se façam com bombas submersíveis (excepto as de furo).

3. 1. Estações de Bombagem de Rega

3.1.1. Classificação das Estações de Bombagem de Rega Quanto à sua Função no Circuito da Água desde a Origem até à Parcela

As estações elevatórias de rega, conforme a sua função e localização no sistema de rega, podem-se classificar da seguinte forma: **EBs de Derivação**, **EBs de Captação**, **EBs de Adução** (transporte) e **EBs de Distribuição**. Também de acordo com esta classificação existem estações elevatórias que desempenham duas ou mais funções.

3.1.2. Descrição

3.1.2.1. EBs de Derivação

Na derivação de água para rega, definida como a operação de extracção directa, a partir do escoamento base de uma linha de água, não associada a uma estrutura de retenção ou associada a uma estrutura de retenção limitada, tipo açude⁴, idealmente de carácter sazonal que não obstrui o escoamento dos caudais de ponta que aí transitam de Inverno. A maior representatividade pertence às estações elevatórias individuais que se encontram fora do âmbito desta conferência, no entanto, são conhecidas estações elevatórias de derivação em aproveitamentos hidroagrícolas colectivos nacionais. As EBs de derivação são sujeitas à variabilidade dos níveis da linha de água, quer diária, quer ao longo do desenvolvimento da campanha de rega.

As referidas estações agrupam-se em três tipos de concepções:

- a **concepção tradicional com bombas centrífugas de instalação fixa** (sucção com pressões abaixo da pressão atmosférica: aspiração), onde não existe risco de cheias ou, no caso de Alvega, de **instalação semifixa**, onde os grupos são retirados da sua posição funcional no período exclusivo à campanha de rega;
- a **concepção com recurso a grupos monobloco⁵ totalmente submersíveis**, instalados em poço; ou
- a **concepção com recurso a grupos de coluna vertical, bomba submersível e motor em câmara seca**, que constitui a maioria das situações; as bombas destas instalações são semi-axiais dadas as baixas alturas de elevação.

Algumas das instalações são início de sistemas de adução, transporte e distribuição, em conduta, ou início de simples canais, outras garantem o reforço de caudais nos troços terminais de canais que transitam na proximidade, de sistemas de transporte e distribuição, aproveitando as escorrências de água em zonas onde predomina a cultura do arroz que liberta excedentes mais ou menos significativos para a linha de água; nesta cultura, a água não se destina a suprir predominantemente necessidades hídricas, sendo usada como regulador térmico para criar condições de crescimento e desenvolvimento das plantas.

3.1.2.2. EBs de Captação

Para além da captação em furos explorados colectivamente nos aproveitamentos hidroagrícolas em que a água é proveniente de um manancial subterrâneo, as **EBs de Captação, situam-se geralmente em albufeiras, com baixa variabilidade diária e elevada variabilidade sazonal de níveis**. Normalmente constituem o **primeiro escalão⁶** de um sistema de distribuição pressurizado.

Na captação predominam as seguintes concepções de grupos de bombagem:

- a **concepção tradicional com bombas centrífugas ou semi-axiais**, constituintes de grupos mo-

⁴ Estrutura de derivação de água com uma altura máxima de 8 metros (acima deste valor já é considerado barragem), construída no leito dos cursos de água, galgável no todo ou em parte, em que o regolfo (superfície de água, mais ou menos encurvada) resultante não ultrapassa, a não ser esporádica e temporariamente (situações de ponta de cheia), os limites da secção de vazão da linha de água. Pode ser **permanente** ou **temporário**. Permanente quando existe uma estrutura fixa na linha de água que pode ser **sazonal** (se mantém a soleira de retenção só durante a campanha de rega) ou **propriamente permanente** quando constitui uma estrutura fixa na linha de água. Os açudes temporários são construídos em terra quase todos os anos e destruídos (erionados) pelos escoamentos de cheia da linha de água durante o período chuvoso.

⁵ Entendem-se por **grupos monobloco**, os grupos em que o veio é único e comum ao motor e à bomba não existindo uma união elástica, cardan, correia ou qualquer outro tipo de transmissão entre o accionador (o motor) e a bomba.

⁶ **Escalão de bombagem** – terminologia que geralmente é empregue quer quando no mesmo sistema existem dois níveis, em série, de bombagem, quer quando numa estação elevatória existem dois agrupamentos com alturas manométricas diferentes.

nobloco submersíveis suspensos, com é o caso dos furos. A concepção dos grupos a funcionar neste tipo de instalação é sempre de forma que o motor eléctrico tenha uma posição inferior e a bomba tenha uma posição superior para que, à saída, na extremidade superior, esteja ligada a conduta de elevação. Geralmente, possuem uma válvula de retenção para garantir manutenção da coluna cheia de água, o que evita binários de arranque muito significativos. Estes grupos devem possuir o motor centrado no furo para que este tenha uma refrigeração homogénea. Como os furos nunca são exactamente verticais, não é garantido que a respectiva coluna em suspensão esteja centrada, por isso, é indispensável o recurso a centradores (três por nível, dispostos radialmente com ângulo de 120° entre si) que garantam a centragem dos grupos e permitam a circulação de água por toda a superfície do motor;

- a **concepção com recurso a grupos monobloco totalmente submersíveis, de instalação apoiada na soleira do poço de bombeamento**; ou
- a **concepção com recurso a grupos de coluna vertical, bomba submersível e motor em câmara seca**, que constitui a maioria das situações; as bombas destas instalações são geralmente semi-axiais dadas as baixas alturas de elevação.

3.1.2.3. EBs de Adução (transporte)

As **EBs de adução (transporte) situam-se no meio dos sistemas colectivos de rega e, geralmente, destinam-se a garantir que zonas de cotas mais elevadas tenham acesso à água**. Geralmente bombeiam a água para canais de cota mais elevada do que a dos canais ou reservatórios de onde a retiram, ou bombeiam para reservatórios donde depois derivam as redes de distribuição. A distinção entre as EBs de Adução e as de Distribuição, como veremos, pode parecer pouco clara, porque quando as EBs de Adução bombeiam para canais que possuem tomadas de água de parcelas ou para reservatórios donde derivam redes de distribuição e ainda, nesta última versão, onde as condutas derivadas da EE, no seu percurso, têm tomadas de água com caudal pouco significativo comparado com a capacidade total de bombeamento instalada, poderia levar a confundir com a função distribuição. Contudo, a sua função essencial é aduzir a água para pontos que dominem áreas de cota mais elevada, sem garantir um serviço de caudal regulado e pressão. As EBs de Adução, especialmente as que bombeiam para canais são, numa análise global, menos eficientes, não devido aos equipamentos utilizados e respectiva instalação, mas estes sistemas possuem os defeitos das redes gravíticas a céu aberto: pouca flexibilidade a mudanças rápidas de decisão de utilizar a água, evaporação e infiltração com algum significado e modulação pouco precisa dos caudais elevados relativamente aos caudais utilizados, embora este último constrangimento possa ser parcialmente ultrapassado com a introdução de variadores de velocidade, como acontece nalgumas instalações do Vale do Sorraia.

Na adução predominam as seguintes concepções de grupos de bombagem:

- a **concepção tradicional com bombas centrífugas (de câmara bipartida ou não) de instalação fixa**, onde não existe risco de cheias;
- a **concepção com recurso a grupos de coluna vertical, bomba submersível e motor em câmara seca**.

3.1.2.4. EBs de Distribuição

As **EBs de Distribuição bombeiam água directamente para redes de condutas de distribuição em pressão**. Caracterizam-se por garantir, nas tomadas de água das redes de distribuição que delas derivam, um serviço permanente de caudal e pressão, ou seja, asseguram um escoamento de

água sob pressão suficiente para garantir, a pedido, um serviço de caudal e pressão regulados, nas bocas de rega que servem as parcelas de rega, para satisfazer as necessidades hídricas das culturas, determinadas a partir de um plano cultural médio, estabelecido a partir de uma composição cultural adequada à região e aos mercados acessíveis e uma duração média dos respectivos estados fenológicos, com importância para a determinação do consumo de água, bem como permitir o funcionamento normal do sistema de aplicação que se pretenda vir a implementar na parcela (excluem-se os canhões de rega que requerem pressões elevadas o que majoraria significativamente as potências a instalar e, conseqüentemente, os consumos energéticos de exploração da respectiva EB colectiva).

Na distribuição predominam as seguintes concepções de grupos de bombagem:

- a **concepção com bombas centrífugas de câmara bi-partida, de instalação horizontal;**
- a **concepção com bombas centrífugas de câmara bi-partida, de instalação vertical;**
- a **concepção com bombas centrífugas de caixa em voluta, de instalação horizontal;**
- a **concepção com bombas centrífugas de voluta, de instalação vertical;**
- a **concepção com recurso a grupos de coluna vertical, bomba submersível e motor em câmara seca.**

4. PARTIÇÃO DO CAUDAL E DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE BOMBAS NUMA ESTAÇÃO DE BOMBAGEM

A abordagem à partição do caudal total a bombear numa EB é diferente caso se trate de uma EB de Adução (transporte) ou de uma EB de Distribuição. No segundo grupo, uma vez que bombeiam a água directamente para a rede de distribuição, a sua máxima eficiência reside na capacidade de flexibilizar o caudal bombeado de forma a aproximá-lo, em cada instante, o mais possível do caudal consumido, no primeiro grupo, a máxima eficiência é obtida prosseguindo o princípio de que quanto maior for a bomba maior será a sua eficiência hidráulica.

4. 1. EBs de Adução

Nas **EBs de adução**, a partição está essencialmente dependente da análise económica da construção/fabrico da **conduta de elevação**, do **espaço disponível** e das **limitações da linha eléctrica** de alimentação, geralmente, porque os caudais em trânsito são muito elevados, da ordem dos m³/s. Com menos importância, a partição nestas EBs pode ainda estar dependente da **padronização da sua concepção**, do **caudal mínimo admissível** (este, no entanto, pode ser garantido por uma bomba auxiliar) e da **necessidade de flexibilização**, neste caso com pouca expressão porque a variação do caudal pedido não é continua como nas EBs de Distribuição, mas sim por escalões de valor significativo que podem ser supridos pela entrada em funcionamento de grupos de grande capacidade. As entradas e saídas de funcionamento são determinadas essencialmente por níveis (patamares) no reservatório de jusante.

A partição nas EBs de adução é determinada por duas características: **uma intrínseca, inerente à situação: são sistemas que se caracterizam por uma estabilidade do caudal a elevar, durante longos períodos de tempo;** e **outra extrínseca: as bombas de maior capacidade possuem rendimentos superiores.** Contudo, **o NPSH disponível pode não só influenciar a velocidade nominal (número de pares de pólos do motor eléctrico) como também a capacidade do grupo, com influência na respectiva partição.** Na definição da partição, raramente entra a análise da inclusão de inversores, que geralmente são usados nestas EBs para garantir uma poupança de energia no caso de variação significativa do jogo dos níveis dos reservatórios de sucção e de elevação, em cada instante. Esta análise só é válida para situações em que não há distribuição de percurso na conduta de elevação.

Nas EBs de adução - elevação se se colocar a exigência ou necessidade de reserva, este factor pode influenciar a partição, pois uma reserva para um grupo de grande capacidade constitui um factor de elevada onerosidade, sendo preferível distribuir o caudal por grupos mais pequenos constituindo-se uma reserva destes grupos de forma mais favorável do que de um grupo de grande capacidade.

4. 2. EBs de Distribuição

Nas **EBs de distribuição**, dada a variabilidade constante dos caudais de chamada, o **caudal mínimo**, a **flexibilidade** e a **padronização** constituem os aspectos essenciais para a análise da partição. Contrariamente às anteriores, as **condições de construção da conduta de compressão**, o **rendimento** e a **limitação das condições da linha de alimentação eléctrica** não são tão decisivos. Este aspecto, resulta do facto dos caudais geralmente serem inferiores, requerendo menores potências, onde a gama de rendimentos esperados tem menor variabilidade e, por isso, a ligeira menor capacidade dos grupos a escolher tem pouca expressão no rendimento, e onde os órgãos accionadores necessários são de menor potência. Nestas EBs, o comando dos grupos de bombagem por variação de velocidade, obtida através de inversores, permite obter uma maior flexibilidade nos caudais produzidos, aproximando-os dos consumos demandados⁷. As EBs de distribuição requerem um sistema de automação muito desenvolvido para darem resposta à variabilidade das solicitações instantâneas da rede, por isso, para conseguir o funcionamento no regime intermitente⁸ é necessário recorrer a grupos de menor capacidade do que a potencial partição para garantir o caudal de enchimento da conduta e reduzir ao mínimo o volume de regulação nos RACs de comando. Estes grupos se forem criteriosamente dimensionados podem promover as seguintes funções: garantir o caudal de enchimento, garantir o funcionamento do regime intermitente, com um volume de RACs aceitável e em conjugação com o seu par servir de grupo de reserva, caso o software de comando assim o defina.

Na partição do caudal de uma EB de distribuição – pressurização, o primeiro critério a definir é o **caudal de enchimento da conduta** – rede. Este é o menor caudal que a EB tem de permitir fornecer de forma continuada. O valor é determinado por critério de estabilidade e segurança da conduta que deriva da EB; geralmente fixa-se em **10% do caudal máximo da EB**, ou o valor do **caudal que se escoar na conduta de compressão com uma velocidade igual a 0,50 m/s**.

O valor assim determinado deve corresponder a 50 a 60% do caudal nominal do grupo auxiliar, ou seja, deve corresponder ao funcionamento do grupo auxiliar, equipado com conversor de frequência, na velocidade mínima (25 a 30 Hz, conforme seja aceitável para a instalação e para a bomba salvaguardando sempre o risco de cavitação). Atendo ao papel que este grupo desempenha na gama de caudais baixos durante o regime intermitente, deve ser considerado um segundo grupo idêntico. A inexistência dum grupo em duplicado pode inibir frequentemente o funcionamento da EB.

O caudal nominal unitário dos grupos auxiliares deve ser $Q_{NGA} = Q_{ENCHIMENTO} / 0,50$ ou $Q_{NGA} = Q_{ENCHIMENTO} / 0,60$.

Para a definição do caudal nominal unitário dos grupos principais (Q_{NGP}), que devem ser todos idênticos, é necessário fazer convergir dois critérios. O primeiro critério é que $Q_{NGP} = Q_{NGA} / 0,50$ ou $Q_{NGP} = Q_{NGA} / 0,60$ (conforme for aceitável para a instalação), atendendo a que se pretende que dois dos grupos principais sejam equipados com drives de conversão de frequência e os restantes com

⁷ Como veremos, a partição numa EB de distribuição está fortemente ligada ao seu esquema de comando.

⁸ Adiante será explicado o que se entende por regime intermitente

drives de arranque suave. O segundo critério é que a potência dos motores necessários para equipar estes grupos tem de ser inferior a 1000 kW (preferencialmente na gama de 710 kW e 800 kW), mais ou menos o limite de potência de motores alimentados em baixa tensão. O número de grupos principais não deve ser inferior a 3 e superior a 5, caso contrário o investimento e manutenção tornam-se demasiado onerosos. O número 3 é o número mínimo que satisfaz a redundância dos motores equipados com conversor de frequência e permite a instalação de uma unidade com drive diferente para o caso de avaria generalizada dos conversores de frequência.

No caso de não conseguirmos satisfazer os dois critérios em simultâneo tem de ser considerado, adicionalmente, um grupo intermédio com conversor de frequência cujo caudal nominal (Q_{NGI}) satisfaça as seguintes condições: [$Q_{NGI} \geq 0,50 \times Q_{NGP}$ ou $Q_{NGI} \geq 0,60 \times Q_{NGP}$] e [$Q_{NGA} \geq 0,50 \times Q_{NGP}$ ou Q_{NGI} ou $Q_{NGA} \geq 0,60 \times Q_{NGI}$] e [$Q_{NGA} = Q_{ENCHIMENTO} / 0,50$ ou $Q_{NGA} = Q_{ENCHIMENTO} / 0,60$] (os valores de 0,50 ou 0,60 serão de acordo com o que for aceitável para a instalação).

Numa EB sobreprensa, a partição segue quase exclusivamente critérios de **flexibilidade**, não se colocando aqui problemas de caudal mínimo. O critério de **padronização** pode ser colocado. Os outros potenciais factores de influência não se colocam. Nestas EBs é necessário constituir reserva, pois encontram-se geralmente próximo das extremidades onde a probabilidade de todos os utilizadores estarem a regar simultaneamente é elevada e a avaria de um grupo pode condicionar o serviço dentro da sua área dominada. A utilização de conversores de frequência pode ser equacionada se houver uma grande variabilidade de caudal.

Tal como nas EBs de Adução as condições de NPSH condicionam a escolha da velocidade nominal dos respectivos motores eléctricos.

Numa EB sobreprensa os grupos devem ser todos iguais.

5. ASPECTOS DE CONCEPÇÃO E FUNCIONAMENTO DAS EBS DE DISTRIBUIÇÃO

5.1. Introdução

Dado que as EEs de Distribuição passaram a constituir a maioria das instalações construídas nas últimas décadas e onde os processos de engenharia têm evoluído muito significativamente, quer através da introdução de novos equipamentos de regulação e medida, quer através do desenvolvimento de algoritmos de programação mais completos e complexos, que têm permitido uma maior flexibilidade e certeza no comando, aproximando a produção da EE do consumo da rede, com ganhos evidentes de eficiência energética, estas instalações serão o objecto mais detalhado desta conferência.

Em contraste com os sistemas públicos de água potável, formados por redes malhadas de distribuição e constituídos por uma grande multiplicidade pontos de baixo consumo, onde as variações significativas se caracterizam por uma certa inércia, não requerendo respostas muito rápidas, os sistemas de rega a pedido, com redes de condutas ramificadas, em que, quando se dá a abertura ou fecho de uma ou mais bocas de rega, se induzem variações muito elevadas de caudal e pressão na estação elevatória que lhe está associada, o comando automático é mais complexo e, normalmente, nos textos de suporte técnico-científicos, estas instalações encontram-se pouco tratadas ou, quando o pretendem fazer, importam algumas teorias da concepção das redes públicas de distribuição de água potável que, dadas as diferenças de características, têm uma aplicabilidade muito limitada.

Daí que se tenha considerado a necessidade de divulgação nestas jornadas não só da evolução, nos últimos anos, em matéria de planeamento, projecto, construção e exploração de EEs de

Distribuição, como também particularizar algumas dificuldades, soluções e alternativas de construção, divulgando os equipamentos mais comuns, aspectos que requereram correcções, cuidados e preocupações a ter com a respectiva implementação.

Como conclusão, resta ainda salientar que o investimento em redes de distribuição pressurizadas com telegestão, totalmente compatibilizada com o comando automático das estações elevatórias associadas, constitui um esforço no sentido de reduzir a utilização de água na rega e, conseqüentemente, na produção agrícola, libertando volumes para outras utilizações: caudais ecológicos, lazer, etc.. Contudo, é necessário consciencializar a opinião pública que tal só é possível através do aumento do consumo de energia eléctrica que, apesar de se pretender que seja da forma mais eficiente possível, os inerentes custos, alguns de carácter fixo, têm repercussão nos custos de produção dos produtos agrícolas, obrigando a olhar para os volumes a reservar para o regadio com maior garantia, para tornar sustentável este sector tão importante, não só para a redução de importações, como também, para a manutenção do povoamento do meio rural.

5. 2. Aspectos Gerais

As EBs de Distribuição são instalações muito complexas quer no que respeita ao equipamento que as incorpora, quer no que respeita ao seu comando.

Dado o comando e controlo ser de elevada complexidade e requererem uma panóplia de equipamentos com funções diversas que, na gama esperada de funcionamento, devem concorrer em simultâneo para uma resposta flexível e garantida da qualidade de serviço (caudal e pressão), frequentemente, o objectivo final de funcionamento normalizado só é conseguido após aproximações sucessivas de programação, com correcções de consignas (set points), de linhas de programação, inclusivamente, de afinações e mesmo de adaptação de equipamentos.

A evolução rápida da electrónica e dos equipamentos eléctricos, especialmente dos conversores de frequência, levou a que algumas destas instalações, construídas na última década do século XX, se encontrem obsoletas e revelem baixa eficiência energética, à luz dos actuais paradigmas de regulação e de eficiência, tendo presente a actual prática de projecto, de instalação e de exploração das EBs de Distribuição.

A colocação em funcionamento de diversas EBs de Distribuição, nos últimos anos, tem consolidado conhecimentos e capacidades que permitem avaliar todo o processo de concepção destas infra-estruturas com algum grau de sofisticação e de eficácia, nos diversos níveis de intervenção: Donos de Obra, Projectistas, Instaladores e Entidades Responsáveis pela Exploração.

Assim, esta experiência tem servido para formar uma capacidade crítica para a escolha de equipamentos adequados à especificidade destas instalações, situadas, não esqueçamos, no meio rural e especificamente agrícola. Esta aprendizagem resultou da experiência de algumas opções menos conseguidas, mesmo em situações em que se prosseguiram marcas conceituadas e teoricamente insuspeitas no que respeita à qualidade dos seus produtos, cuja evolução dos respectivos equipamentos, no entanto, para baixar os custos de produção, regrediu em relação à sua fiabilidade para este meio, refugiando-se os fornecedores, no apuramento de responsabilidades, no estrito paradigma de que os seus produtos **só** têm os desempenhos que publicitam, se:

As suas instruções ou recomendações são seguidas **exactamente**;

O seu produto é usado num serviço **perfeito** para o seu uso.

A variabilidade de solicitações que ocorrem neste tipo de EBs, dificilmente consegue cumprir a estreita margem de condição de uso que os fabricantes com aquela filosofia impõem. Daí o grande cuidado que deve ser posto na definição dos equipamentos e condições de funcionamento esperadas.

No funcionamento normal das EBs de Distribuição, instantânea e permanentemente existe um desequilíbrio entre os caudais e pressões desenvolvidos pela combinação dos grupos em funcionamento, com maior incidência quando pára ou arranca um grupo, e as pressões e caudais requeridos pela rede, apesar do comando automático da estação responder com a procura permanente do reequilíbrio; hidraulicamente tal só é possível com o recurso a reservatórios intermédios de regulação, hidropneumáticos ou não, criteriosamente dimensionados de forma a permitirem compensar estes desfasamentos instantâneos.

De acordo com a concepção funcional destes meios auxiliares de pressurização, os reservatórios, as EBs de Distribuição podem-se enquadrar em dois grandes grupos: EBs de Distribuição **com reservatórios sobrelevados** ou EBs de Distribuição **com reservatórios hidropneumáticos**.

Os sistemas com reservatórios sobrelevados têm como característica a superfície da água no reservatório estar à pressão atmosférica. Nesta concepção existem ainda dois grandes grupos: com **reservatório colinar**, se o relevo do local permitir construir um reservatório apoiado na superfície do terreno, ou com **reservatório torre**⁹. A localização destes reservatórios pode estar no início, no meio ou na extremidade da rede, oposta à estação de bombagem. Em cada caso, é necessário antever quais são os caudais máximos que podem transitar em cada troço de conduta e dimensionar a tubagem de acordo com o resultado desta análise.

Do ponto de vista de eficiência energética, em igualdade de circunstâncias, as estações elevatórias com regulação por reservatórios sobrelevados consomem mais energia por metro cúbico bombeado, tendo em atenção que a cota de elevação, em qualquer circunstância, é praticamente fixa (variando somente na gama de altura do reservatório, geralmente com valor inferior a uma dezena de metros) e correspondente sempre a cota mínima de regulação, independentemente da curva do sistema de consumo. Contudo, nos sistemas com reservatórios sobrelevados, o desenvolvimento do algoritmo de regulação e comando é mais simples de conceber e de afinar.

Nos sistemas com reservatórios hidropneumáticos, a característica é a da superfície da água, no reservatório, estar sujeita a uma pressão superior à pressão atmosférica (ao nível da EB), por compressão de uma almofada de ar, confinada na parte superior do reservatório. Nestes sistemas, o desenvolvimento do algoritmo de regulação é mais complexo, embora seja possível fazê-lo aderir de forma aproximada às reais necessidades de pressão e caudal.

5. 3. Comando de Funcionamento das EBs de Distribuição

5.3.1. EBs de Distribuição com Reservatório Sobrelevado

Nas EBs de distribuição com reservatório sobrelevado, o comando do arranque e paragem dos grupos de bombagem é feito por níveis consignados, no reservatório.

⁹ Por analogia com a terminologia francesa de Tour d'Eau.

No dimensionamento volumétrico dos reservatórios sobrelevados, prosseguindo a metodologia da FAO, o volume de regulação é determinado pela fórmula:

$$V = \frac{Tq_p}{4} \quad (8)$$

em que

V - é o volume de regulação

T - é o intervalo de tempo entre arranques sucessivos adequado para a potência do motor que acciona o grupo de bombagem

q_p - é o caudal do maior¹⁰ grupo de bombagem da EB que é comandado pelos níveis do reservatório

Os arranques e paragens são efectuados por escalões sendo necessário adicionar ao volume de regulação determinado o volume adicionado ou consumido nos intervalos de tempo entre a obtenção do valor do respectivo nível consignado e a paragem total do grupo comandado (na situação de paragem) ou o período de aceleração até atingir a velocidade nominal (na situação de arranque).

Para a determinação do volume adicional na obtenção dos níveis de arranque dos grupos, recorre-se à seguinte fórmula:

$$V_b = \sum_{i=1}^n \left[\frac{q_i t_i}{2} \right] \quad (9)$$

em que

V_a - é o volume de armazenamento necessário para contemplar a variação entre consumo e alimentação na fase de comando de arranque;

Q - é o caudal máximo de consumo da rede;

t_i - é o tempo que demora entre a obtenção do valor do nível de comando de arranque consignado ao grupo e o período que o mesmo demora a atingir a velocidade nominal;

q_{i-1} - é o caudal mínimo do grupo em funcionamento à velocidade nominal.

Na fase de arranque dos grupos, a situação mais desfavorável corresponde à ocorrência do consumo total da rede. Para a determinação do volume adicional na obtenção dos níveis de paragem dos grupos, recorre-se à seguinte fórmula:

$$V_a = \sum_{i=1}^n \left[Q t_i - \frac{q_{i-1} t_i}{2} \right] \quad (10)$$

em que

V_b - é o volume de armazenamento necessário para contemplar a variação entre consumo e alimentação na fase de comando de paragem;

t_i - é o tempo que demora entre a obtenção do valor do nível de comando de paragem consignado ao grupo e o período que demora a desacelerar para atingir a velocidade nula;

q_{i-1} - é o caudal máximo do grupo em funcionamento à velocidade nominal.

Com os volumes assim fixados determinam-se os níveis de comando de arranque e paragem. Na determinação final dos níveis deve ser considerado o valor mínimo (30 cm) para que não ocorram leituras confusas e conseqüentemente ordens confusas.

¹⁰ Geralmente os grupos comandados têm todos a mesma capacidade

Quando a EB se situa a jusante de uma barragem, o valor do caudal dos grupos de bombagem é muito mais elevado do que o caudal nominal, quando a albufeira está próximo do nível de pleno armazenamento, e próximo do nominal ou abaixo deste quando a albufeira está próximo do nível mínimo de exploração. O caudal máximo de bombagem, por vezes, não é tomado em consideração e, por isso, o reservatório fica sub dimensionado. Para nos encontrarmos do lado da segurança, nas fórmulas (27) e (29) devemos considerar o valor do caudal máximo possível bombar que corresponde à albufeira no nível de pleno armazenamento. Na fórmula (28) devemos considerar o caudal mínimo correspondente ao caudal possível bombar com a albufeira no nível mínimo de exploração.

Quanto maiores são os grupos maior deverá ser a precisão de obtenção do valor t_p , para que o volume determinado se aproxime do que realmente ocorre.

Dado que aparentemente estas EBs são de elevação, pode cair-se na tentação de reduzir ao mínimo a partição dos grupos (ver partição de EBs de adução) como vimos nos critérios de partição. Contudo, como são EBs de distribuição, pois a sua função final é pressurizar uma rede de distribuição, verifica-se que na avaliação da partição se deve incorporar o critério de flexibilização, podendo este ser facilitado ainda com a concepção de comando misto, por caudal consumido pela rede (o caudalímetro instalado a jusante da saída do reservatório) e por tendência de variação do nível de água no reservatório. Esta solução associada a uma variação de velocidade (conversor de frequência) pode conferir uma elevada eficiência energética pois a bombagem aproxima-se do consumo, reduzindo ao mínimo a frequência de paragens e arranques dos grupos de bombagem.

5.3.2. EBs de Distribuição com Reservatório Hidropneumático

Desde que se introduziu a tecnologia dos RACs no comando automático de estações de bombagem foram sendo desenvolvidos muitos sistemas, inicialmente, dependentes do parâmetro que era possível monitorizar e, posteriormente, com a aglutinação de sinais promoveu-se a aproximação automática do caudal bombeado ao consumo instantâneo na rede de distribuição.

Antes de abordarmos a descrição em detalhe do comando de uma EB de distribuição por pressurização, é de referir que, com a automação no estado de desenvolvimento em que se encontra, é possível contemplar no respectivo algoritmo dois modos de características diferentes conforme as necessidades específicas de funcionamento: o **modo de enchimento**, em que a estação debita o caudal (mínimo) adequado para enchimento da conduta de forma estável, até se atingirem as condições normais de operação, e o **modo de funcionamento**, em que a EB vai respondendo de forma automática aos consumos instantâneos da rede em funcionamento normal.

O **modo de enchimento** é activado sempre que o nível de água no RAC se situe abaixo do nível baixo de alarme (nível inferior ao que corresponde a 20% do volume total do RAC), significando que a rede se encontra despressurizada, podendo ocorrer zonas vazias na rede.

O **modo de funcionamento** é activado quando o nível no RAC seja igual ou superior ao nível baixo de alarme.

Dada a grande variação do caudal de uma rede de rega, desde 5 l/s a mais de 1000 l/s, foi necessário desenvolver um sistema que pudesse flexibilizar a produção da EB em toda esta gama contínua de pedidos. Assim, como vimos na partição dos grupos de uma EB de distribuição, em

prol da flexibilidade, a EB é concebida com grupos auxiliares para os pequenos caudais¹¹ e grupos principais para os grandes caudais.

Neste sentido, no modo de funcionamento são considerados dois regimes: **o regime intermitente** e **o regime contínuo**. O regime intermitente é protagonizado pelos grupos auxiliares e destina-se ao suprimento de pequenos caudais; o regime contínuo é protagonizado pelos grupos principais e destina-se ao suprimento dos grandes caudais.

O regime intermitente aproveita o volume de regulação do RAC para suprir os pequenos caudais¹² a partir da situação de equilíbrio (nível de água no RAC no nível alto). Quando se atinge o nível baixo arranca um grupo auxiliar para reposição do nível do RAC (operação conhecida por **armar** o RAC).

O volume de regulação é determinado pela seguinte fórmula:

$$V = \frac{Tq_p}{4} \left[\frac{H_i}{(H_i - H_o)} \right] \quad (11)$$

em que

V - Volume de regulação;

T - Intervalo de tempo entre arranques sucessivos adequado para a potência do motor que acciona o grupo de bombagem;

H_i - Pressão¹³ de paragem do grupo de bombagem;

H_o - Pressão¹⁴ de arranque do grupo de bombagem;

q - Caudal do maior grupo de bombagem da EB que é comandado pelos set points de pressão de funcionamento do RAC;

O volume de regulação como se vê depende muito do caudal do grupo que está comandado pelos níveis e pressões do RAC. Assim, antes da introdução da tecnologia dos conversores de frequência, dado que o caudal varia de acordo com a pressão que o grupo tem de vencer e esta vai aumentando à medida que o nível no RAC vai subindo, o caudal médio do grupo a trabalhar dentro daquela gama de pressões é determinado através da fórmula parabólica a que adere a curva característica respectiva:

$$Q = \frac{2}{3} \left[\frac{Q_0^2 + Q_0 Q_1 + Q_1^2}{Q_0 + Q_1} \right] \quad (12)$$

em que

Q - Caudal médio do grupo a funcionar entre as duas pressões de comando;

Q₀ - Caudal característico à pressão de arranque do grupo;

Q₁ - Caudal característico à pressão de paragem do grupo;

Como se pode ver pela fórmula, a dimensão do RAC varia na razão directa da capacidade do grupo que regula, por isso quanto menor for o grupo auxiliar menor será o volume de regulação e, consequentemente, o volume do RAC. Contudo a capacidade do grupo auxiliar não pode ser redu-

¹¹ Caudais inferiores ao caudal que um grupo principal pode debitar para a rede quando se encontra a funcionar na velocidade mínima aceitável.

¹² Valores inferiores ao caudal possível bombar com o grupo auxiliara a funcionar na velocidade mínima aceitável.

¹³ Os valores das pressões tomadas na presente fórmula são pressões absolutas.

¹⁴ Idem

zido ao ponto de não poder ser constituída continuidade de valor de caudal da EB, produzido na passagem do funcionamento do grupo auxiliar (regime intermitente) para o dos grupos principais (regime contínuo).

A incorporação da tecnologia da variação de velocidade veio não só ajudar a trabalhar com reservatórios de menor capacidade, como também a ultrapassar a dificuldade de garantir a bombagem de uma gama contínua de caudal que normalmente existia na passagem dos caudais dos grupos auxiliares para os caudais dos grupos principais.

Com a introdução de conversores de frequência, como drives dos grupos auxiliares, coloca-se a questão de qual o caudal a considerar no dimensionamento do RAC. Este caudal tem de ser garantido de forma consistente com as ordens a dar ao sistema de automação.

A fixação do caudal do grupo auxiliar tem, por isso, de ter correspondência nas ordens de comando para que seja garantido. Se por qualquer razão o caudal de enchimento for superior ao utilizado para o dimensionamento do RAC verifica-se que este se enche sem dar sinal de paragem ao grupo. Por isso, é muito importante que no comando do grupo o caudal de dimensionamento seja efectivamente o que ocorre na obtenção do volume de regulação para o funcionamento do regime intermitente.

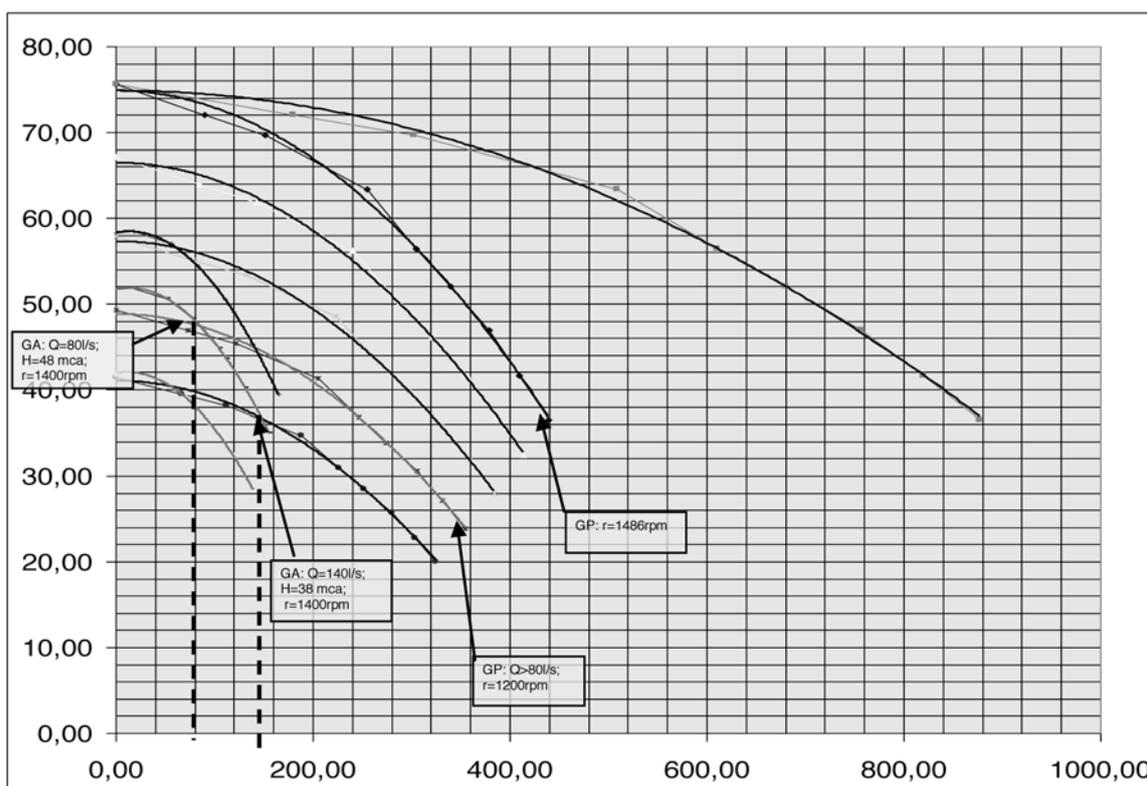


Figura 7 - Gráfico Representando a Zona de Regime Intermitente com Velocidade Fixada

Geralmente, a determinação do caudal pode ser conseguida através da curva característica do grupo a uma velocidade fixada, abaixo da nominal, que possa garantir os dois pontos de pressão de comando considerados na concepção do funcionamento (figura 7).

A determinação do caudal médio do grupo é feita por aplicação da fórmula (12) à curva correspondente à velocidade que é fixada (1200 rpm), ou seja, como na figura 7 quando o caudal do

sistema desce abaixo de 80 l/s, o autômato ordena ao conversor para garantir esta velocidade no grupo auxiliar em funcionamento. Deste modo, temos a certeza que o caudal não ultrapassa aquele valor e o RAC é armado sem problemas.

Outra forma seria fixar o caudal. Para isso seria necessária a instalação de um caudalímetro entre os grupos auxiliares e os RACs que, como veremos adiante, é uma localização desaconselhável para o caudalímetro de comando nas EBs de distribuição. Este caudalímetro poderia ser instalado na conduta parcial que coligisse somente os escoamentos dos grupos auxiliares, antes da entrega na conduta principal.

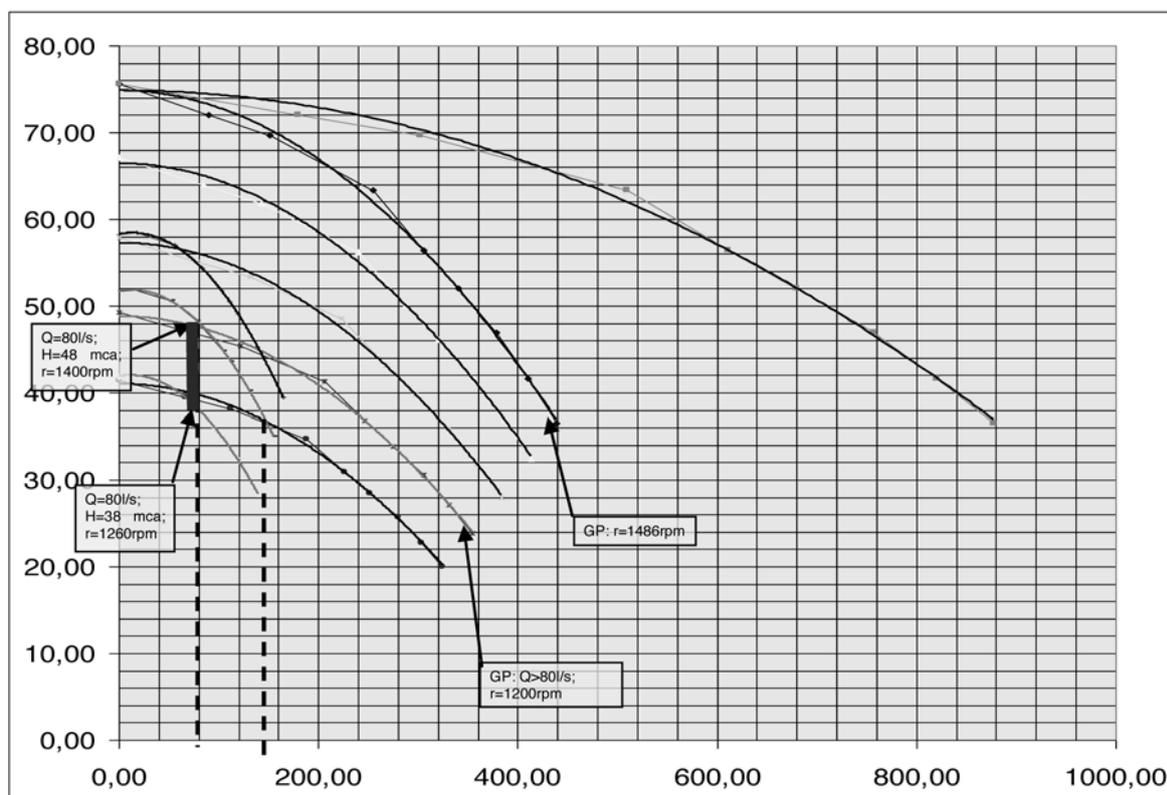


Figura 8 - Gráfico Representando a Zona de Regime Intermitente com Caudal Fixado

Neste caso, seria fixado o caudal e o autômato iria promovendo a aceleração do grupo auxiliar em funcionamento de forma a garantir aquele caudal continuamente, independentemente da variação da pressão, até se atingir a pressão (nível) de paragem. Esta situação encontra-se ilustrada na figura 8 pelo segmento a azul.

Com o arranque com conversores de frequência não existe o constrangimento dos arranques sucessivos porque controlam as correntes de arranque através da tensão regulada, pelo que utilizando a condição de limite de arranques sucessivos para o arranque directo se coloca a instalação a funcionar do lado da segurança.

Por último, preconiza-se a redundância nos grupos auxiliares pois qualquer avaria num deles, inibirá o funcionamento completo da EB.

O regime intermitente ocorrerá enquanto o consumo instantâneo não ultrapassar o caudal nominal do grupo auxiliar que, nos sistemas com variação de velocidade, deverá ser idêntico ou muito aproximado ao caudal de um grupo principal na velocidade mínima aceitável.

Quando o caudal for superior, o sistema activará o regime contínuo, iniciando o funcionamento de um dos grupos principais na velocidade mínima, acelerando se a pressão continuar a baixar ou mantendo-se nessa velocidade se a pressão e caudal se mantiverem. Quando o sistema exigir que se atinja a velocidade nominal do primeiro grupo principal, arrancará o segundo grupo de velocidade variável na velocidade mínima, mantendo-se o primeiro na velocidade nominal até a pressão se estabilizar. Nessa altura o primeiro começa a desacelerar e o segundo começa a acelerar até ficarem à mesma velocidade, sempre controlados pela variação de pressão e de caudal.

Quando se atingir o caudal consignado ao funcionamento de dois grupos principais, arrancará um grupo de velocidade fixa ficando os dois grupos de velocidade variável a regular o caudal pedido pela rede e assim sucessivamente. Na descida de caudal vão sucessivamente parando os grupos de velocidade fixa e depois os grupos de velocidade variável.

As ordens de comando de arranque dos grupos são resultantes da obtenção, em primeiro lugar, do caudal que é necessário suprir, lido no caudalímetro de comando, e depois da pressão, sendo o valor desta o último sinal a ser integrado e a certificar a ordem, por ser mais preciso.

Neste sistema de comando é importante que, logo que se atinja o valor do caudal consignado para o arranque de um grupo, para se obter uma determinada composição para suprir aquele caudal, este seja de imediato e automaticamente escolhido e posto à disposição para, quando a pressão consignada seja atingida, o grupo arranque de imediato. A rapidez de resposta é muito importante pois as variações instantâneas podem ser muito significativas e provocarem o esvaziamento dos RACs, obrigando o sistema a comutar para o modo de enchimento que não corresponde à situação.

Se o caudalímetro se encontrar a montante do RAC, a rede será abastecida primeiro pelo volume que se encontra no RAC antes do caudalímetro reagir. Nesta altura poderá já ser tarde pois pode-se ter atingido o nível baixo de alarme e ter havido a comutação para o modo de enchimento.

Apesar de ser possível obviar aquela situação através da monitorização constante dos níveis e das respectivas tendências de variação, nos RACs, a programação do funcionamento automático torna-se muito mais complexa, e aumenta o risco de desarme dos RACs.

Por outro lado, a facturação dos volumes bombados, nos blocos de rega servidos por redes de distribuição em pressão, é feita a partir dos contadores dos hidrantes, sendo a integração dos volumes contados no caudalímetro analisada como informação de carácter adicional e não decisiva para a gestão do regadio. No entanto, como vimos, o sinal do caudal de consumo da rede e a sua variação instantânea são importantes para a reacção rápida da EB, por isso, nas EBs de distribuição é fundamental que o caudalímetro seja posicionado a jusante dos RACs.

Nesta posição o caudalímetro está contudo sujeito aos transitórios pelo que será necessário conceber um filtro que integre o caudal médio num intervalo de tempo que apesar de curto seja suficiente para caracterizar o escoamento e estabilizar o sinal que será validado para obter a ordem correspondente.

Nas EB de adução, o caudalímetro deve estar a montante dos RACs, se estes existirem como equipamentos de segurança contra transitórios. Neste caso, é necessário conhecer exactamente o que foi bombado, pelo que só nesta posição a respectiva leitura está imune à ocorrência de oscilações, decorrentes de transitórios.

Constituição das EBs de Distribuição

5.3.3. Partes de uma EB de Distribuição

A constituição de uma EB de Distribuição pode ser descrita de diversos pontos de vista como: edificação, equipamentos mecânicos e equipamentos eléctricos.

5.3.3.1. Edificação

Os constituintes de uma EB do ponto de vista de construção civil e arquitectónico são (figura 9): vedação exterior, espaços para órgãos complementares de comando e controlo (RACs, caixas de caudalímetros, caixas para instalação de válvulas gerais de seccionamento, tamisadores e comportas), acessos e estacionamento, nave dos grupos de bombagem e edifício(s) de instalações eléctricas e do posto de seccionamento.

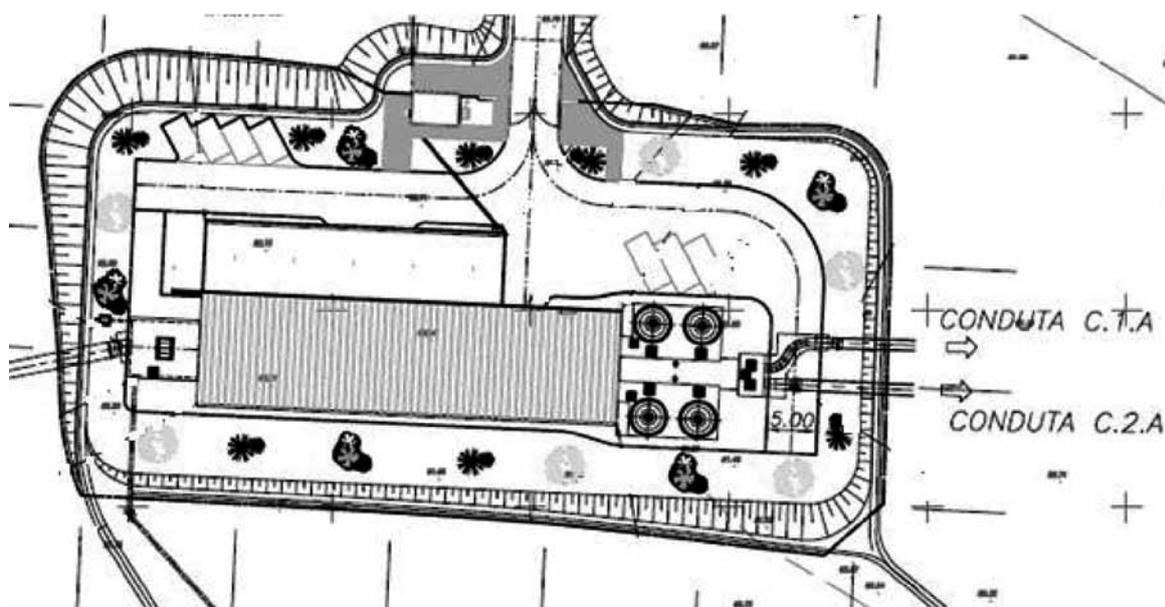


Figura 9 - Planta Geral de uma EB com Grupos de Câmara Seca e Adução por Conduta

5.3.1.1.1. Vedação

A concepção da vedação exterior, dados os casos de roubo e vandalismo cada vez mais frequentes no nosso país, tem de ser eficaz na desmobilização de penetração no recinto. A sua ineficácia pode significar a ruína de uma campanha de rega que, numa área de regadio, seria catastrófica.

A vedação deve ser concebida com uma boa fundação de modo a desmobilizar a entrada por escavação sob a vedação; deve ter um coroamento que desmobilize a passagem superior. As eventuais zonas abertas, como por exemplo sobre os canais, devem ter extensões para evitar passagens laterais. A vedação deve ser lisa para dificultar a escalada e em aço resistente para dificultar o possível corte.

A vedação de uma EB de distribuição deve ter um portão com dimensões suficientes para a entrada de transportes pesados dos equipamentos de maior dimensão (transformadores, comportas, grupos de bombagem, RACs, etc.). Deve ainda ter uma entrada de homem distinta do portão para eventual entrada dos operadores, em intervenções de rotina. A entrada de homem pode ser

comum à entrada do pessoal da empresa distribuidora de energia ou ser distinta, caso se pretenda condicionar a circulação deste pessoal nas restantes instalações.

Por razões de segurança, a vedação deve ser posicionada de forma a garantir que a sua distância a qualquer ponto perimetral dos RACs seja superior a 15 m.

5.3.1.1.2. Espaços para Órgãos Complementares

Os espaços para órgãos complementares devem ser concebidos de forma a aceder facilmente com equipamento de elevação de forma a facilitar a respectiva desmontagem.

Tal como diferem os circuitos de alimentação de água com as tipologias das EBs de distribuição, assim têm exigências diferentes os espaços para os órgãos complementares de sucção:

- Nas EBs com bombas de câmara seca, os espaços necessários para os órgãos complementares da fase de sucção podem ser ocupados pelo tanque donde é feita directamente a sucção dos grupos (sistemas com dois escalões de bombagem em série) ou, quando a adução é feita por conduta, os espaços para os órgãos complementares desta fase são ocupados pela caixa da válvula de isolamento geral/descarga de fundo da conduta e, quando a conduta tem um certo desenvolvimento, por um RAC para neutralizar possíveis transitórios.

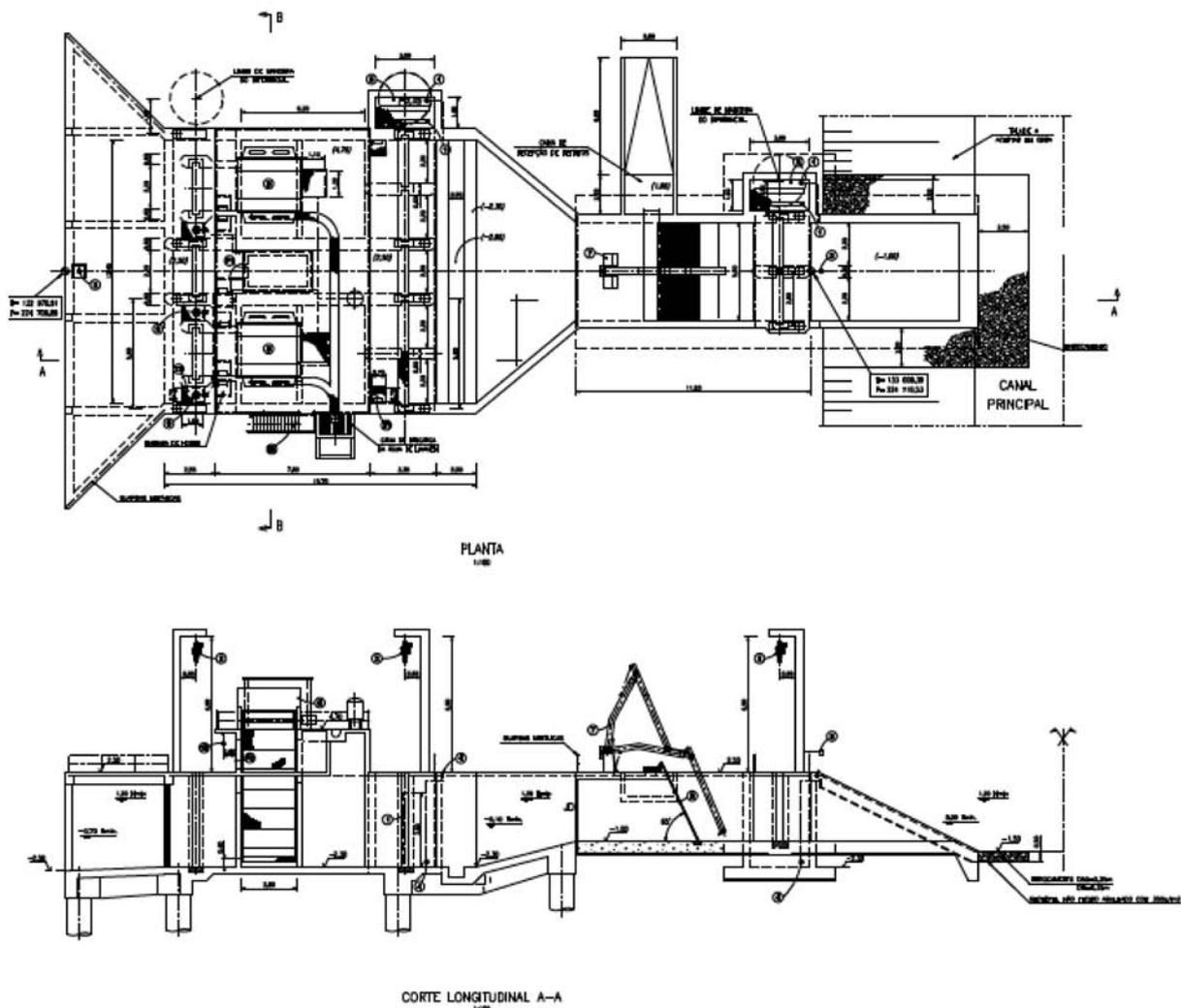


Figura 10 - Adução Típica e Completa a uma EB com Bombas de Coluna

- Nas EBs com bombas de coluna vertical, na sua configuração mais completa, o circuito de alimentação de água, geralmente em superfície livre, é constituído por uma fase de gradagem grossa (grade - limpa grelhas), para remoção de sólidos de dimensões superiores a 5 cm, seguida de uma fase de gradagem fina (filtração por tamisadores) para retenção de sólidos com dimensões superiores a 1,5 a 2 mm e, posteriormente, por um espaço de tranquilização do escoamento na aproximação às câmaras de sucção onde se encontram as colunas das bombas. Entre estes equipamentos é necessário conceber ainda espaço para comportas ou ensecadeiras de isolamento, material de elevação e espaço para deposição dos materiais retirados da água na fase de gradagem grossa (figura 10).

Na fase de compressão os espaços complementares necessários destinam-se à instalação de filtros, se não existir filtração a montante da EB, de RACs e de caudalímetro.

5.3.1.1.3. Acessos e Estacionamento

Os acessos, não obstante deverem ser minimizados, devem permitir aceder a todas as instalações com equipamento de elevação e de transporte.

Quanto ao estacionamento pode ser reduzido ao mínimo, um ou dois lugares, tendo em atenção que só é requerido com pouca frequência; durante as operações de manutenção mais complexas.

5.3.1.1.4. Nave dos Grupos de Bombagem

Na maioria das EBs de distribuição com grupos de coluna vertical não existe qualquer nave (figura 11), ficando a parte superficial do grupo (o cabeçal, a lanterna e o motor) ao ar livre. A razão desta opção é a de que a desmontagem destes grupos exige um pé direito muito elevado que pode onerar de sobre maneira o investimento. Contudo, em locais com atmosfera muito poluída ou onde se teme o roubo ou o vandalismo, pode ser necessário assumir a opção de construir uma nave que albergue os grupos (figura 12).

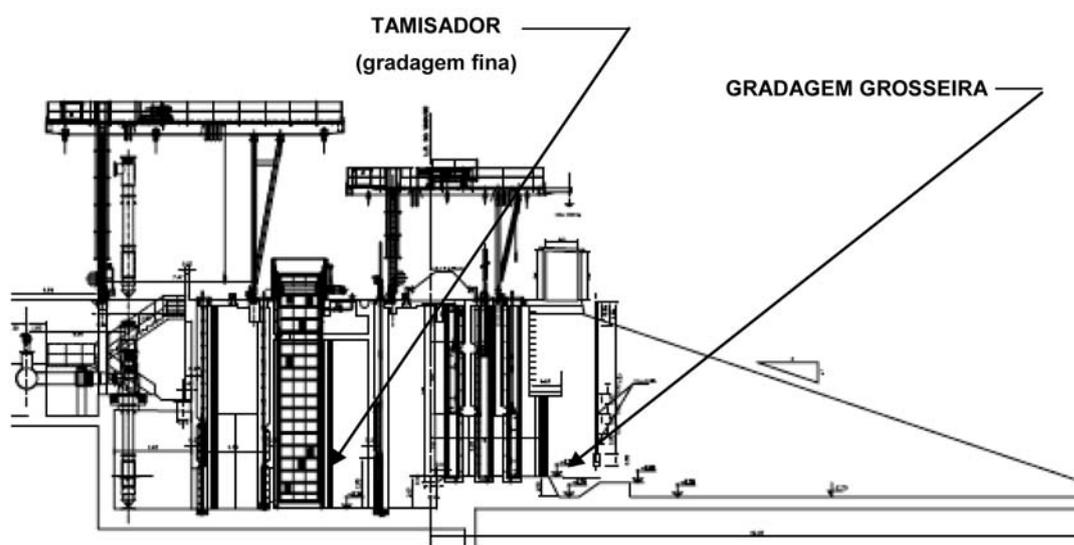


Figura 11 - EB com Bombas de Coluna Vertical de Instalação ao Ar Livre

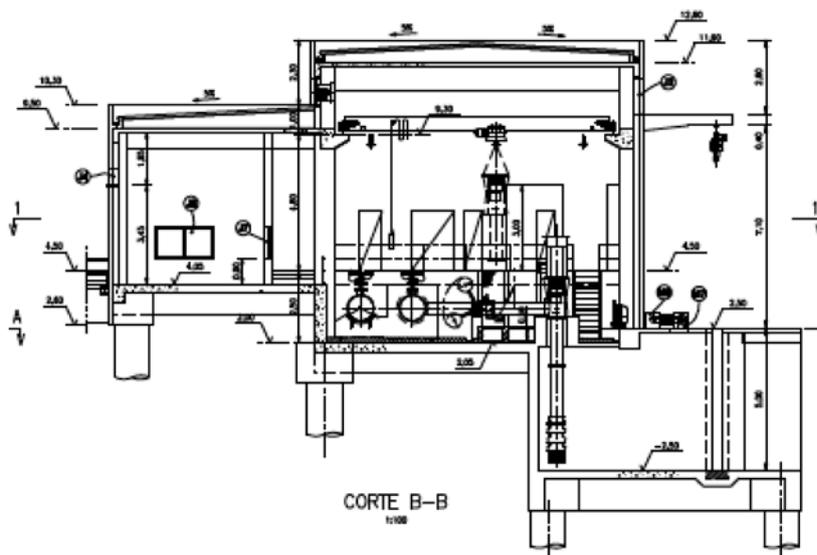


Figura 12 - Nave Coberta de EB com Bombas de Coluna Vertical

As naves dos grupos de câmara seca geralmente diferem se os grupos são de instalação vertical ou horizontal. A escolha entre as duas concepções deverá ser motivada pelos seguintes constrangimentos: NPSH disponível, que pode exigir a instalação dos grupos numa cota mais baixa, e/ou área disponível limitada para construir a EB.

As EBs com grupos verticais de câmara seca, dado exigirem a configuração de empanque mecânico e terem custo superior ao dos grupos horizontais de desempenho idêntico, que por sua vez têm custos de manutenção e conservação inferiores, constituem opção válida quando:

- por necessidade de baixar a cota do referencial do grupo abaixo da cota do terreno de implantação para satisfação das exigências de NPSH requerido, é necessário construir um fosso para a respectiva instalação. Como o fosso requer a construção de paredes em betão armado para sustentar o impulso dos solos envolventes quanto menor for a sua área, menor será o seu custo. Deste modo é favorável recorrer a grupos de montagem vertical que ocupam menor espaço em planta.
- a área disponível não permite a instalação de grupos horizontais, como é o caso de EBs em pé de barragem construídas em vales algo encaixados.

A profundidade do fosso deve ser reduzida ao mínimo aceitável para cumprimento dos requisitos de NPSH, se possível de forma que o nível de posicionamento dos motores seja próximo do nível do terreno natural, para poder garantir a respectiva ventilação sem ser necessário recorrer à construção de uma vala lateral para entrada de ar.

A concepção da figura 13 recorreu a grupos verticais por falta de área disponível que permitisse a instalação de grupos horizontais. Como se verifica a entrada da ventilação da nave encontra-se acima do nível do terreno, ao nível do posicionamento dos motores.

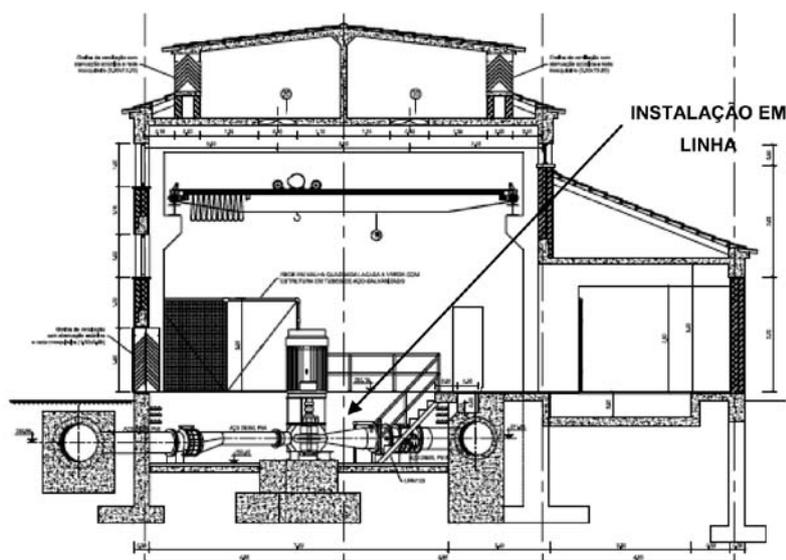


Figura 13 - Nave de Bombas de Câmara Seca (Instalação Vertical)

Quando o recurso a grupos verticais é decorrente de limitações de NPSH, o fosso a construir geralmente é mais profundo. Se o posicionamento dos motores eléctricos se situa abaixo da cota do terreno, é necessário conceber uma vala rectangular externa, construída em betão armado, com a boca coberta com grelhas (por razões de segurança). Para garantir a entrada de ar para ventilação dos motores, a parede que separa a vala do fosso onde estão as bombas tem de ser constituída por grelhas. No projecto da vala é necessário considerar condições de drenagem para não haver inundação da nave. Esta será uma situação que, pelo seu custo, pode conduzir à comparação com a opção de concepção de uma instalação com grupos de coluna vertical.

Nas EBs com grupos horizontais para além da base de apoio em perfilados de aço requerer uma maior área do que nos grupos verticais; a instalação em “cachimbo” leva à ocupação acrescida de espaço (figura 14).

A nave das bombas tem de ser concebida para ter um pé direito que permita a desmontagem, elevação e transporte dos grupos até ao ponto de descarga em veículos de transporte. Outro dos aspectos importantes a considerar é uma boa ventilação, tendo em atenção que as especificações comuns dos motores eléctricos, como vimos anteriormente, consideram uma temperatura ambiente de 40°C que de todo não deve ser atingida, caso contrário será necessário instalar ventilação forçada nestes equipamentos.

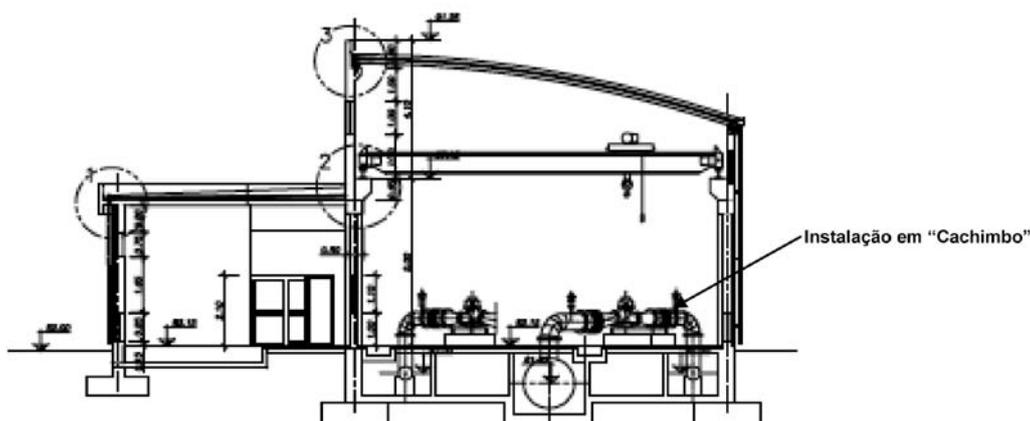


Figura 14 - Nave de Bombas de Câmara Seca (Instalação Horizontal)

5.3.1.1.5. Edifício das Instalações Eléctricas

O edifício das instalações eléctricas, geralmente anexo à nave das bombas, tem de ter várias divisões para, por razões de segurança, condicionar o acesso, conforme a aptidão do operador que é necessário intervir.

As divisões a considerar são: sala do quadro de média tensão; as salas dos transformadores (celas); a sala dos quadros eléctricos de baixa tensão; a sala de comando e controlo; a sala dos conversores de frequência; instalações sanitárias e oficina.

A sala do quadro de média tensão e as salas dos transformadores devem ter o acesso condicionado; só devem poder ser acedidas exclusivamente por titulares de credencial de técnico de média tensão. As salas dos transformadores devido à apetência que estes equipamentos suscitam para o roubo, cada vez mais têm que ter o acesso dificultado. Assim, devem ter portas de aço, ainda que com grelha, com lâminas de aço reforçadas, nas respectivas almofadas para promover a ventilação no interior da cela dado que os transformadores libertam muito calor. A chave da fechadura que bloqueia estas portas deve ser idêntica à chave da fechadura que bloqueia a sala do quadro de média tensão. Interiormente à porta de entrada deve ser instalada a vedação em rede com porta, com as dimensões legalmente exigidas (1,80 m de altura). Esta porta será bloqueada com fechadura cuja chave, encrava ao ser retirada o disjuntor que protege o transformador da cela, na posição de desligado. É nesta porta interior que é garantida segurança de que o acesso ao transformador só é possível quando o disjuntor está desligado e por isso não se encontra energizado.

As celas dos transformadores devem ser construídas com parede dupla para isolamento acústico porque estes aparelhos produzem ruído quando em funcionamento.

Na sala dos quadros eléctricos, como não há geração de calor, não é necessário ter um acondicionamento ambiental intenso. Deve ter um ambiente mais ou menos seco, sem grandes amplitudes térmicas. Por isso um sistema de ventilação simples e natural por grelhas poderá ser suficiente. No Inverno, a sala pode ser protegida contra a humidade por painéis acrílicos amovíveis que fechem as grelhas. As salas dos quadros eléctricos beneficiam com a instalação de um piso técnico que facilita a montagem da grande profusão de cabos eléctricos com alguma dimensão. A restante protecção é garantida pela exigência de que os quadros eléctricos tenham um grau de protecção mínimo de IP54.

Os conversores de frequência são muito sensíveis à humidade e geram muito calor sendo as ligações e os circuitos das cartas lógicas com os transístores (IGBTs) atreitas à corrosão por humidade e os transístores sensíveis a elevadas temperaturas ambiente. Por isso, mesmo que os conversores de frequência sejam adquiridos com grau de protecção IP54 (no mínimo), a sala onde estes equipamentos sejam instalados deve manter uma temperatura de 20°C a 22°C para que não haja no Inverno condensações e no Verão um aquecimento despropositado. Eventualmente para minorar o espaço onde se deve promover um acondicionamento ambiental intenso os conversores de frequência podem estar em sala separada dos quadros eléctricos. O piso desta sala pode igualmente ter a vantagem de ser um piso técnico, no entanto, convém articular este a seu projecto detalhado com as necessidades de acondicionamento ambiental.

A sala de comando e controlo deve ser dotada de acondicionamento ambiental por razões de carácter ergonómico e isolada acusticamente da nave das bombas. Deve ainda possuir visibilidade quer para a nave das bombas, quer para a sala dos quadros eléctricos, se possível.

5.3.1.1.6. Posto de Seccionamento

O posto de seccionamento das EBs pode estar incluído no quadro de média tensão (QMT) ou estar individualizado num edifício isolado, junto à vedação externa do complexo.

Se está incluído no QMT, tem de se permitir o acesso, dentro da vedação, ao pessoal do distribuidor de energia, que se desloque à instalação para seccionar o fornecimento de energia por necessidades operacionais ou para proceder, eventualmente, às leituras de consumo. Este problema no passado era mais conflitual porque a leitura dos consumos era local e por isso havia circulação dentro do recinto de pessoal estranho à operação da EB. Hoje em dia, com a telemetria dos consumos, a frequência de acções operacionais por parte do distribuidor é mais reduzida e, por isso, a solução do posto de seccionamento ser incluído no QMT pode ser aplicável se assim o permitir o distribuidor de energia.

Quando o posto de seccionamento está situado em edifício separado deve ter uma porta do lado do equipamento do distribuidor e uma porta do lado do utilizador, para cada uma das partes aceder exclusivamente à sua área de responsabilidade.

5.3.1.1.7. Aspectos Gerais

Todas as dependências com instalações eléctricas devem ter projectos eficazes de cobertura, ou seja devem possuir cobertura bem isolada para evitar infiltrações, condensações nos tectos e nos equipamentos. Outros pontos onde podem ocorrer infiltrações, de forma frequente, são caixas de entrada de caminhos de cabos ou grelhas de ventilação.

Por vezes é necessário intervir na instalação em situações de emergência, por isso, as fechaduras devem possuir uma chave mestra, exceptuando-se as portas de instalações de média tensão (posto de seccionamento, sala do QMT e celas dos transformadores) que deverão ter uma chave mestra separada, uma vez que nestas instalações o acesso é vedado a quem não esteja credenciado para operar em instalações de média tensão.

Todas as portas da área de média tensão devem ser em aço de forma a desmobilizar qualquer tentativa de roubo ou vandalismo.

Todas as grelhas devem ser dotadas interiormente de redes mosquiteiras, em aço inoxidável, no mínimo AISI304.

A orientação dos edifícios deve ter em conta as exigências ambientais específicas das componentes da instalação, de forma a minimizar os custos energéticos com o funcionamento dos equipamentos destinados a criar as condições mínimas de operação e de conservação.

5.3.1.1.4. Equipamentos mecânicos

Os equipamentos mecânicos de uma EB distribuem-se por 4 zonas: adução, estação de bombagem propriamente dita, estação de filtração e zona de equipamento de controlo e comando.

5.3.3.2. Adução

Tal como vimos no subcapítulo de edificação, a zona de adução é diferente nas instalações com grupos de câmara seca das instalações com grupos de coluna vertical. Geralmente, as instalações com grupos de câmara seca são alimentados por conduta cheia, enquanto que as EBs com grupos de coluna vertical são alimentadas directamente por tomada de água em superfície livre que se prolonga até às câmaras de sucção.

Existem, no entanto, algumas instalações de grupos de câmara seca cuja sucção se efectua directamente a partir de reservatórios de betão (figura 15) em superfície livre que constituem

reservas volantes de regulação entre a produtividade limitada da adução ou da captação (1.º escalão de bombagem) e as necessidades de ponta da EB de distribuição (2.º escalão).

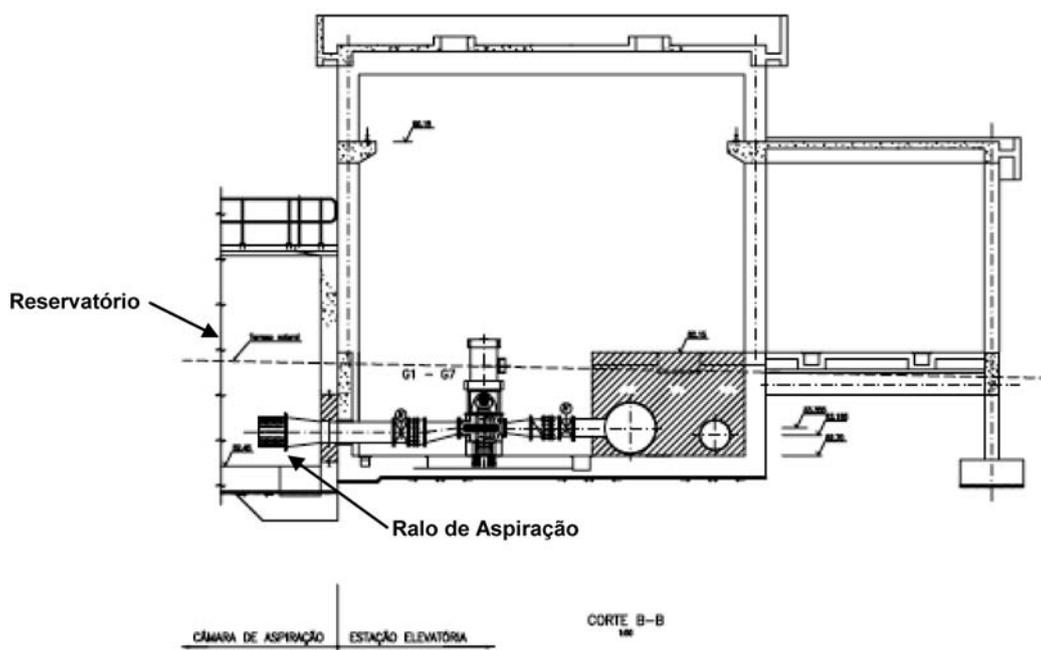


Figura 15 - Nave de Bombas de Câmara Seca (Instalação Vertical) com Sucção Directa de Reservatório

A adução ao reservatório pode ser feita a partir de captações subterrâneas ou por transferência, por sifonagem, a partir de um reservatório (albufeira, por exemplo) de superfície livre (figura 15). É conhecida com adução por sifonagem, a EB de Monte Marmelo, no AH de Odivelas (Infra-estrutura 12 do EFMA). A adução ao reservatório é efectuada por sifonagem com ferra automática com descarga mergulhada na massa de água do reservatório (figura 16). Neste caso, porque o nível de água na boca de montante é sempre superior ao nível de jusante, não existem condições para reversão do fluxo no sentido da albufeira.

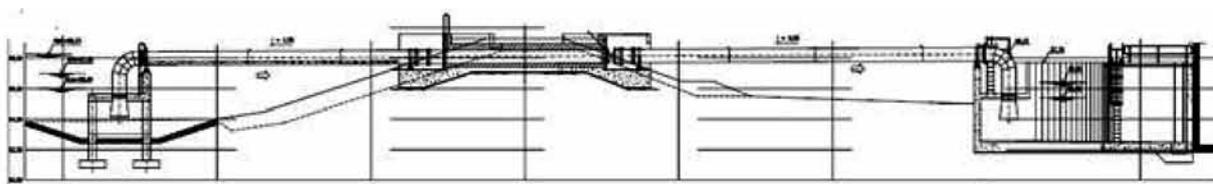


Figura 16 - Adução por Sifonagem de Ferra Automática

Numa EB equipada com grupos de câmara seca, quando a sucção é efectuada directamente a partir de um reservatório (sem conduta de adução) é necessário garantir que não hajam condições de cavitação acrescida nos grupos de bombagem, para além do nível aceitável pelos materiais constituintes do impulsor e da carcaça da bomba. Estas condições acrescidas podem ter duas origens: ou submergência insuficiente do ralo de sucção que facilita a formação de vórtices, que se desenvolvem desde a superfície livre do líquido para dentro da conduta de sucção, ou condições de turbulência provenientes da descarga atmosférica de água, com dissolução de ar no seio da massa de água; o ar dissolvido constitui-se em cavidades com uma mistura de ar e de vapor de água que viajam para dentro da conduta e colapsam no contacto com o impulsor, quando a pressão

aumenta, gerando jactos que induzem impulsos localizados da ordem das toneladas, de orientação tangencial às superfícies metálicas das pás do impulsor ou da carcaça da bomba, provocando localizadamente o arranque de material.

Por vezes para evitar a dissolução de ar na massa líquida pode ser atractivo submergir a boca da conduta de adução ao reservatório, abaixo da superfície livre respectiva. Contudo, se o nível donde é captada a água for inferior ao nível deste reservatório pode haver retorno por sifonagem quando as bombas de captação se encontram imobilizadas, esvaziando o reservatório destino até à boca da conduta adutora, com perda de eficiência do sistema.

Na adução a partir de albufeira ou reservatório impermeabilizado¹⁵, em conduta forçada (figura 17), a gradagem é efectuada na torre de manobra da tomada de água, onde igualmente deverá existir uma comporta de isolamento da conduta, para operações de conservação e manutenção. Nesta gradagem não é possível, de forma económica, proceder à respectiva limpeza automática dada a profundidade a que se situa (→10 m).

Nas instalações de bombas de câmara seca, com adução por conduta forçada, antes da repartição pelas linhas individuais de bombagem, pode existir uma válvula geral de isolamento da EB. A necessidade de instalação desta válvula torna-se impreterível quando existem derivações na conduta de adução. Dadas as dimensões, geralmente esta válvula requer a instalação de um by-pass complementar para garantir a sua operação em águas equilibradas. Também lhe pode estar associada, a montante, e, eventualmente, na mesma picagem do by-pass uma descarga de fundo da conduta adutora.

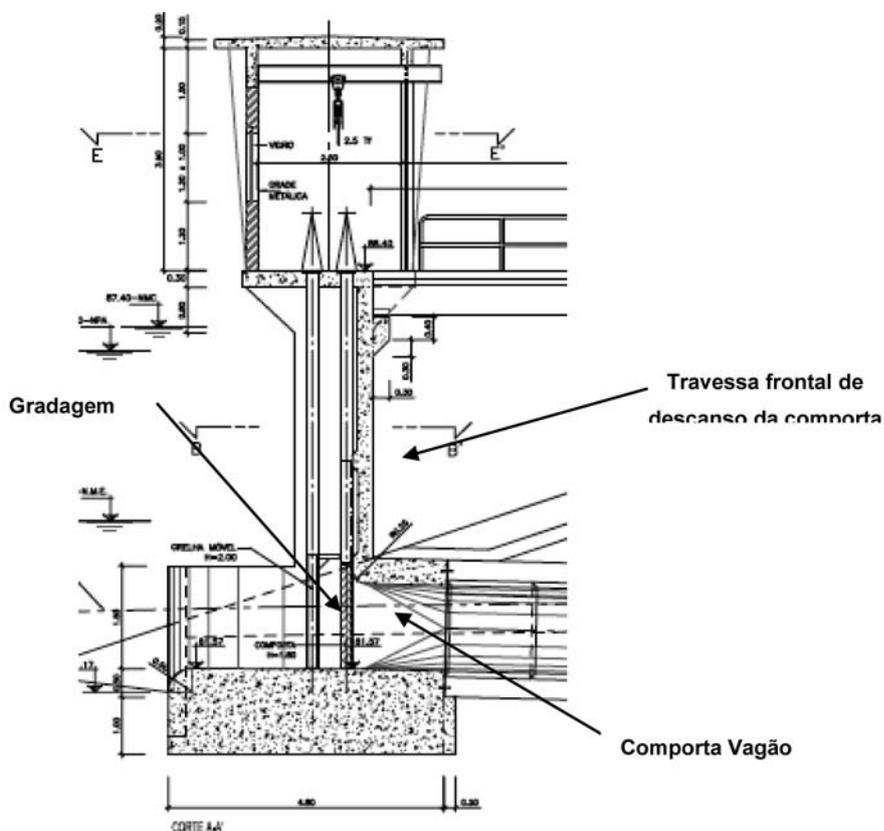


Figura 17 - Tomada de Água de Conduta Forçada

¹⁵ O reservatório aqui referido corresponde ao conceito que na língua espanhola se entende por *balsa*.

Ainda nesta zona, se a conduta adutora é demasiado comprida, pode ser necessário protegê-la contra transitórios, através de RAC, com diafragma de borda na sua entrada, equipamento adequado para protecção da conduta quer contra sobrepressões quer contra subpressões. Como em todos os RACs é necessário garantir a existência de uma almofada de ar comprimido que amortecia as ondas dos transitórios. O diafragma de borda garante uma perda de carga no fluxo com direcção ao RAC e uma saída com baixa perda de carga no fluxo do RAC para a conduta.

Nas instalações com bombas de coluna vertical, a gradagem localizada a montante protege as bombas contra sólidos de dimensões que podem prejudicar as bombas que estão directamente imersas na água (figura 11). Como a opção de escolha desta concepção está ligada à pouca profundidade (€ 10 m) do canal ou do reservatório onde se encontra a tomada de água, geralmente é assumida a opção de fazer a filtração fina da água por tamisador. Esta opção apesar de envolver investimentos mais avultados é mais eficiente do ponto de vista energético¹⁶ e de conservação e manutenção menos onerosa, em comparação com as instalações com filtros de malha (de ambiente confinado) a jusante das bombas.

5.3.3.2.2. Estação de Bombagem

A estação de bombagem propriamente dita, constituída por grupos de câmara seca e adutora em conduta forçada, começa na conduta de sucção distribuidora¹⁷ que alimenta as linhas individuais dos grupos, com prumadas na vertical ou em ângulo a 45°, em perfil (no caso de grupos de grande capacidade para atenuar condições que se podem aproximar de valores limite de NPSH), que retomam a horizontal ao nível do eixo de instalação dos grupos. Este tipo de instalação é característico dos grupos de instalação horizontal e é conhecida por instalação em “cachimbo” (figuras 14 e 18). É uma solução muito equilibrada.

Nas instalações com grupos de câmara bipartida verticais, cuja concepção requer o mínimo espaço possível que, como vimos, constitui uma das condicionantes para a decisão de escolha desta opção, a derivação da conduta de sucção distribuidora é horizontal e os grupos são instalados de nível com os eixos da conduta de sucção e da conduta de compressão. Sendo uma solução mais rígida do que a anterior, requer um estudo de estabilidade.

Na conduta individual de sucção, deverá existir uma válvula de isolamento, com fim de curso, um cone de redução excêntrico, com a geratriz superior horizontal, para evitar a acumulação de ar que se poderia ir soltando em bolhas de ar e vapor de água que poderiam causar problemas de cavitação como descrevemos anteriormente. Entre o cone de redução e a entrada no grupo de bombagem, poderá existir um troço recto, de secção homogénea, de forma a promover, na secção de entrada, linhas de fluxo distribuídas o mais homoganeamente possível para reduzir ao mínimo impulsos incontroláveis. Esta é uma situação muito importante a ter em consideração nas bombas de câmara bipartida.

As velocidades na conduta individual de sucção não devem ser superiores a 1,5 m/s, excepto na secção de entrada onde podem superar aquele valor. Daí a necessidade de instalar um cone de redução que, como referimos, tem de ser excêntrico.

¹⁶ A perda de carga é de alguns centímetros, comparando com a perda de carga de instalações de filtro confinado, onde a perda de carga é de alguns metros.

¹⁷ Da terminologia inglesa Manifold

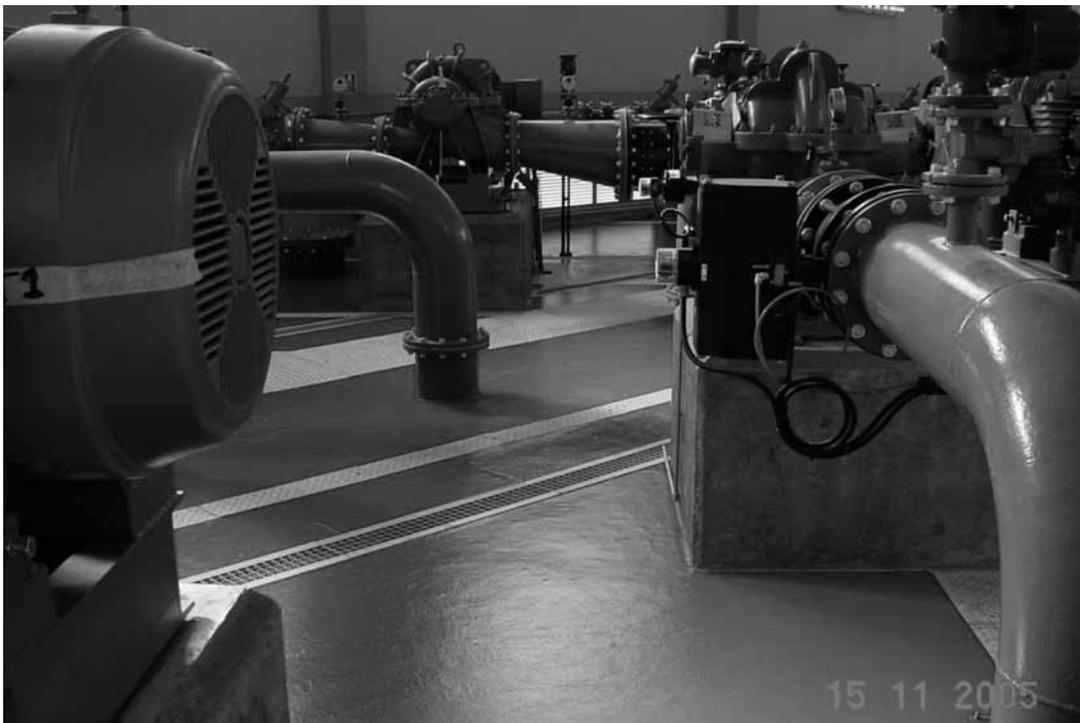
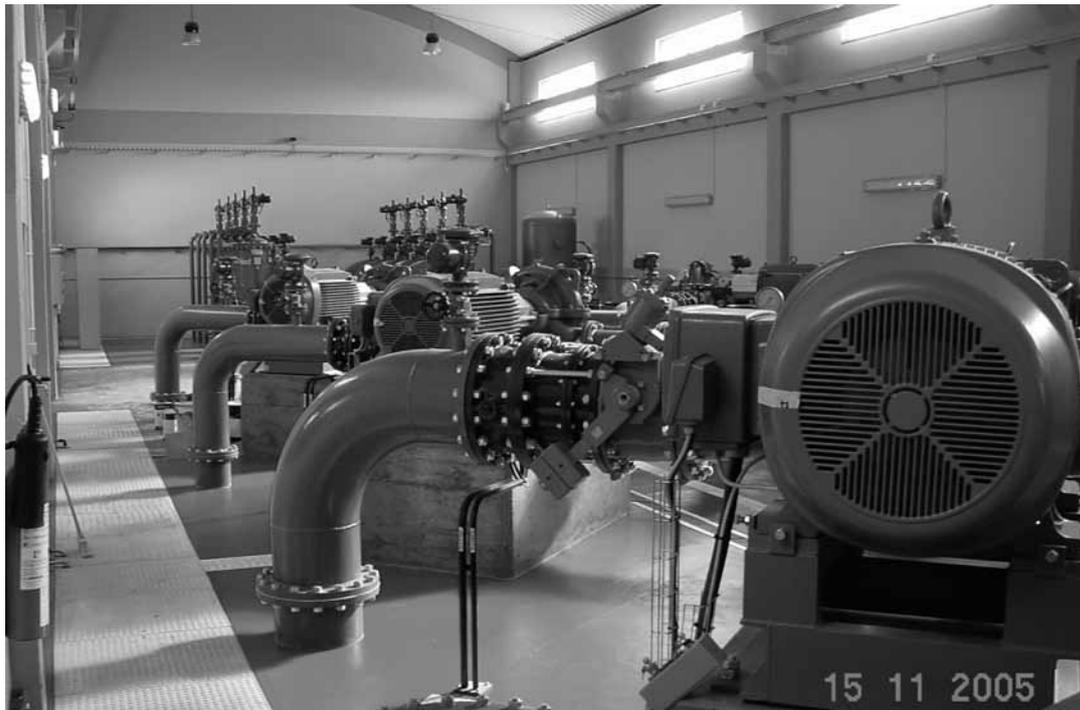


Figura 18 - Aspectos de uma EB de Distribuição com Grupos de Câmara Seca Horizontais

As válvulas de isolamento individual, até DN400, podem ser válvulas de cunha com actuador manual e fim de curso. Acima do diâmetro DN400, várias situações se colocam na escolha das válvulas de isolamento na fase de sucção, dependendo das instalações:

- Grupos de câmara bipartida de instalação horizontal - as válvulas de borboleta, resilientes de vedante vulcanizado ao corpo e obturador centrado, em aço inoxidável duplex, **de instalação obrigatória na horizontal**, constituem uma boa opção, quer pela posição do obturador relativamente à entrada no grupo que deve promover uma entrada homogénea para os dois lados do impulsor, quer porque, na instalação horizontal, o conjunto veio-obturador descarrega o seu peso de forma equitativa nas duas chumaceiras enquanto que, em posição vertical, o peso do conjunto veio-obturador é descarregado sobre a chumaceira inferior que se desgasta com facilidade com elevada frequência de uso; quando isto acontece conjunto veio-obturador descai, promovendo uma fuga de água na flange de apoio do actuador.

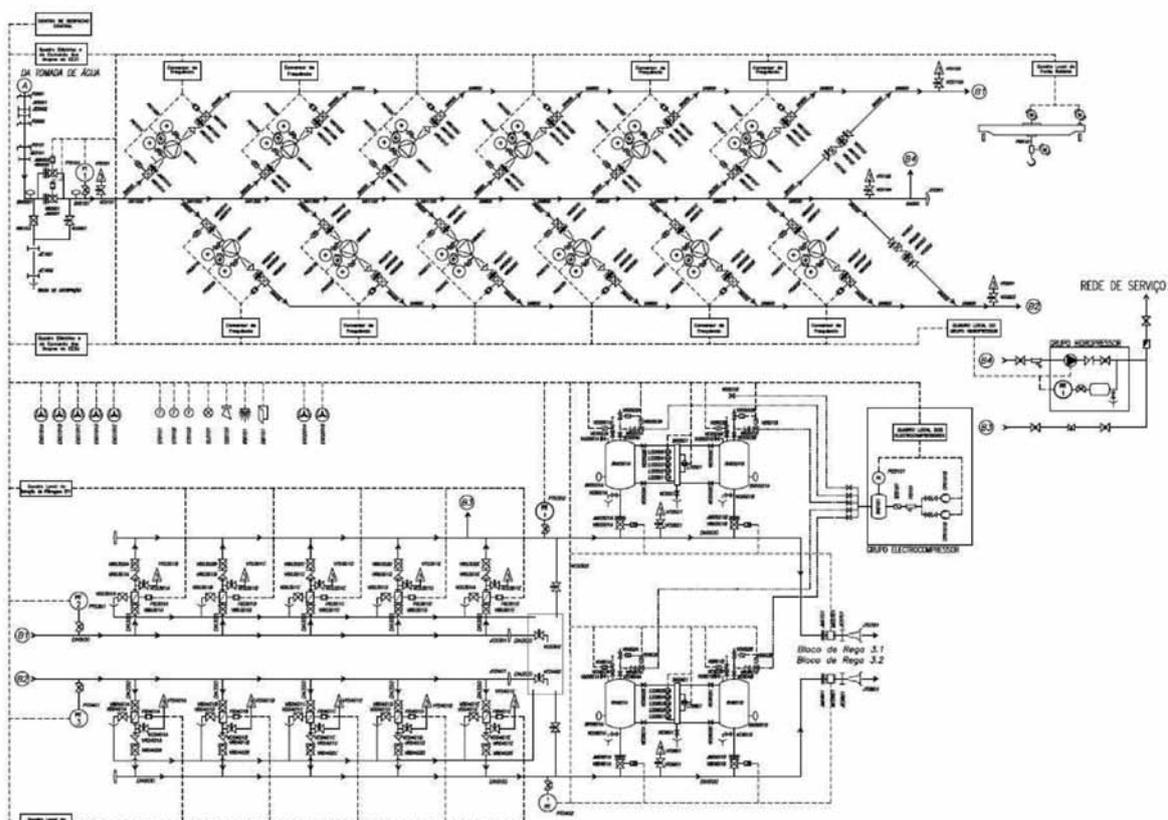


Figura 19 - Esquema Unifilar de uma EB de Distribuição com Bombas de Câmara Seca

- Grupos de câmara bipartida de instalação vertical - as válvulas, a partir de DN400, devem ser de macho esférico porque, por razões de equilíbrio de entrada na bomba, as válvulas de borboleta deveriam ser instaladas na vertical, contudo para estes diâmetros a instalação vertical não é aconselhada pelas razões referidas anteriormente. As válvulas de macho esférico promovem uma entrada franca e total não criando desequilíbrios. Para diâmetros \leq DN400, podem ser usadas válvulas de cunha.

O fim de curso nesta válvula deve encravar o funcionamento da bomba pois significa que, se não estiver actuado, a válvula não está toda aberta e pode criar desequilíbrios.

A jusante da válvula deverá ser instalada uma junta de desmontagem, para desmontagem do grupo de bombagem. A concepção da tubagem deverá ser de forma que os pernos da junta de desmontagem possam sair livremente em toda a extensão, doutra forma a junta de desmontagem não permite efectuar esta operação. Em vez de junta de desmontagem pode ser instalada uma junta anti-vibrática que para além de facilitar a desmontagem, inibe a transmissão de vibrações

A ventosa de escoamento controlado (cinética e automática) permite uma grande saída de ar no arranque da bomba, com fecho lento e controlado (figura 21) para evitar golpes de aríete, uma grande entrada de ar na paragem da bomba, para evitar depressões, e a purga automática do ar dissolvido que se vai libertando. Se for um equipamento de fabrico de elevada qualidade é o mais adequado para este tipo de instalação, contudo necessita adicionalmente de uma válvula de isolamento de cunha ou de borboleta. A electroválvula poderá ser o equipamento menos adequado pois, como possui um fecho rápido, pode induzir golpe de aríete, se quando for dada ordem de fecho a válvula de controlo de bomba não estiver já a abrir. A válvula motorizada é a solução mais cara e pode requerer a afinação frequente do actuador eléctrico e dos respectivos fins de curso.

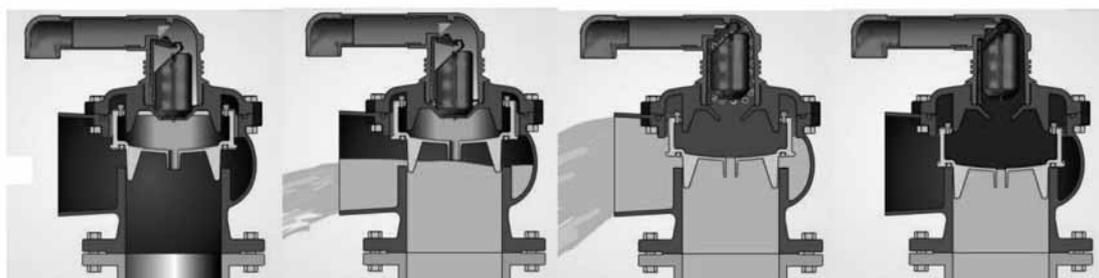


Figura 21 - Fases de Funcionamento de Ventosa de Fecho Controlado

Deve ainda ser instalado um detector de humidade que recolhe a informação quando a secção se encontra cheia. Esta condição promove a abertura da válvula de controlo de bomba.

A válvula de retenção destina-se a evitar o retorno do fluxo que pode ser muito prejudicial para o motor eléctrico porque este começa a funcionar como gerador, função para a qual não está preparado, provocando a sua avaria.

Nas instalações com reservatórios hidropneumáticos é fundamental a escolha da válvula de retenção para evitar que as pancadas que resultam dos transitórios se produzam provocando vibrações que podem ser incontroláveis na instalação. A influência dos reservatórios é a disponibilidade de uma massa de água próximo que depressa ocupa a conduta, produzindo pancadas de aríete rapidamente e com expressão. As válvulas que fecham mais rapidamente são as válvulas de mola e disco rotativo (vulgarmente conhecidas por CLASAR), contudo como nos encontramos em estações de bombagem que bombam água bruta, os sólidos em suspensão fibrosos e com dimensão de poucos centímetros podem bloquear este tipo de válvula que deixa de desempenhar a sua função. Se tivermos uma instalação de gradagem fina a montante da bomba são as válvulas de melhor desempenho nesta função.

Outro tipo de válvulas que igualmente tem um bom desempenho são as válvulas de agulha de obturador de disco centrado e mola. São válvulas que podem ser instaladas em condutas de água bruta com alguns sólidos em suspensão, e têm a característica de possuir um fecho rápido.

A utilização de válvulas de borboleta de obturador descentrado (com tendência de fecho) e contrapeso, pelo seu custo, são as mais utilizadas nas instalações em questão. Contudo, se estas válvulas não possuírem um amortecedor, que amortecça o curso final (últimos 10%) de fecho, ocorrem pancadas de aríete quando o respectivo grupo parar, porque a válvula ainda não está fechada quando se dá o refluxo transitório. Quando as válvulas são equipadas com amortecedor, atravessa a válvula para montante um ligeiro refluxo que a inércia de funcionamento do grupo geralmente anula não havendo o risco já referido. Estas válvulas com amortecedor revelam-se adequadas,

tendo o inconveniente de ser necessária a substituição periódica do vedante que constitui o bordo do respectivo obturador pois como o fluido é água bruta, o vedante está exposto à agressão de um líquido carregado em movimento (figura 22).



Válvula de Disco Rotativo



Válvula de Disco Centrado



Válvula de Borboleta Obturador Descentrado e Contrapeso com Amortecedor

Figura 22 - Válvulas de Retenção Adequadas para Instalações Atreitas a Pancadas de Ariete

Entre a válvula de retenção e a válvula de isolamento (de controlo de bomba) deve ser instalada uma junta de desmontagem, com atravancamentos que permitam a retirada total de todos os pernos.

As válvulas de isolamento de controlo de bomba geralmente são válvulas de borboleta de vedação vulcanizada ao corpo e obturador centrado de montagem do veio na horizontal. Podem ser actuadas por actuadores pneumáticos ou actuadores eléctricos. Os actuadores eléctricos requerem afinações frequentes e despendem mais energia que os actuadores pneumáticos que, apesar de ser mais fiáveis, requerem a disponibilidade de ar comprimido na instalação. Assim, a viabilidade destes últimos decorre da indispensabilidade de instalação de um circuito de ar comprimido necessário para repor a almofada de ar nos RACs. O ar comprimido, se não for tratado, é um fluido altamente corrosivo e pode avariar os distribuidores (electroválvulas) dos actuadores pneumáticos. O tratamento necessário é composto por duas acções filtração e secagem. A filtração necessária deve ser eficaz para retirar quer partículas sólidas, quer partículas líquidas (excepto água). Por isso, a instalação de filtração deve ser constituída por dois filtros: um filtro de partículas sólidas $0,1 \mu\text{m}$ e um filtro coalescente (partículas líquidas: óleo, etc.) de $0,01 \mu\text{m}$. A humidade do fluido é retirada por um secador que induz o aquecimento do ar veiculado. Para utilização nos RACs não é necessário tratar o ar comprimido dado que se destina a ser injectado numa atmosfera húmida.

Posteriormente à válvula de controlo de bomba, nas instalações com grupos horizontais, haverá uma curva em perfil, prumada descendente e a entrada na conduta de compressão que vai reunindo os caudais das linhas individuais. Nas instalações com grupos verticais, as entradas na conduta colectora de compressão fazem-se de nível.

Como as EBs de distribuição são constituídas por bombas centrífugas, estas devem arrançar contra válvula fechada. Contudo, como algumas instalações têm sucção positiva com uma carga apreciável a montante, no período de tempo que a válvula leva a abrir, mesmo com válvulas pneumáticas que têm uma abertura mais rápida do que as válvulas motorizadas, podem-se gerar pressões muito elevadas que provocam o refluxo nas bombas provocando cavitação, não nos impulsores mas na entrada da câmara onde este funciona. Daí ser muito importante manter, em bom estado, os manómetros que referimos, porque nos podem dar informação importante de diagnóstico sobre o seu estado de funcionamento. Nas bombas de coluna vertical é igualmente importante monitorizar a pressão da conduta à saída do cabeçal da bomba.

5.3.3.2.3. Estação de Filtração

As EBs de distribuição nos AH, hoje em dia estão associadas a redes equipadas com telegestão. O processo de telegestão incorpora válvulas hidráulicas, com contadores volumétricos, que regulam o caudal e a pressão de serviço. Para a regulação de caudal e pressão as válvulas hidráulicas têm associados pilotos e circuitos hidráulicos de diâmetro de pequenas dimensões (alguns milímetros). Foi estabelecido que para a telegestão funcionar sem problemas, a água bruta que é distribuída deve ser gradada 1,5 mm.

Nas EBs com bombas de coluna vertical, o local de filtração mais adequado é a montante porque, para além da gradagem adequada para a telegestão, protege as bombas de objectos que podem circular no meio onde estão submersas e entrarem para o impulsor bloqueando-o. Nas estações com bombas de câmara seca dada a existência da gradagem grosseira da tomada de água e o percurso sinuoso, com válvulas, que existe a montante das bombas que podem reter os objectos, a filtração encontra-se a jusante dos grupos de bombagem.

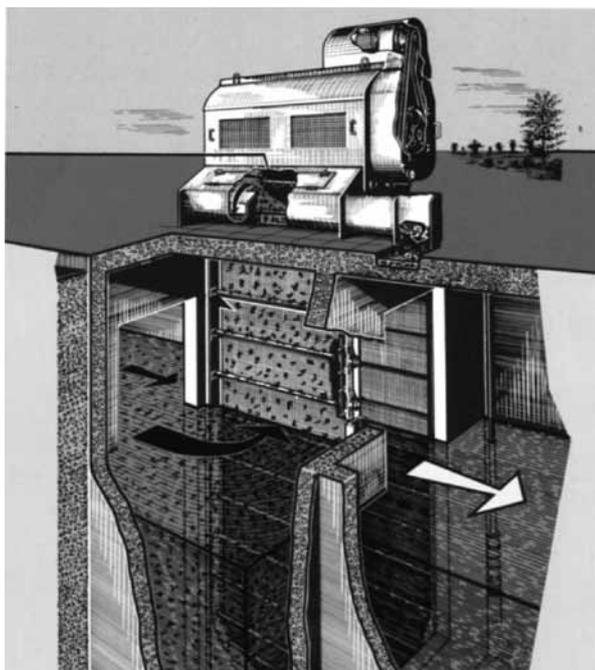


Figura 23 - Representação em Corte de Instalação de Tamisador de Banda Filtrante Bifluxo (OUT-IN)

Na primeira situação recorre-se a tamisadores de banda, monofluxo ou bifluxo, conforme a água atravessa por ou por dois lados da banda filtrante¹. Nos tamisadores monofluxo se, por qualquer razão, o jacto de limpeza não consegue desagregar os materiais fibrosos ou outros que podem estar “agarrados” à malha, ao viajar pela zona de água limpa, os detritos podem soltar-se e por em causa a eficiência do tamisador. Ainda dentro dos tamisadores bifluxo existem dois sistemas diferentes, conhecidos por IN-OUT ou OUT-IN conforme a água se desloca de dentro para fora ou de fora para dentro. A maioria dos tamisadores utilizados nos AHs são do tipo OUT-IN (figura 23), com eficácia suficiente, apesar dos IN-OUT poderem ser mais eficazes e adequados para poros inferiores aos necessários nestas EBs.

Na derivação de canais em que o plano de água não varia mais do que 0,50 m os tamisadores adequados são os de tambor, com configuração OUT-IN.

¹ Da terminologia inglesa Travelling Band

Nas EBs com grupos de bombagem de câmara seca, a filtração é feita geralmente a jusante dos grupos (figura 24). A filtração é feita em filtros de ambiente confinado que geralmente requerem uma pressão de 2 bar para funcionamento correcto. Aqui têm sido utilizados filtros de velas filtrantes (figura 25), os mais eficazes para pequenos diâmetros de poro $\rightarrow 0,80 \mu\text{m}$ que, contudo, é uma filtração demasiado fina para o que é necessário. Foram ainda utilizados filtros de escovas que embora sendo dos mais baratos não são muito eficazes e filtros de boquilhas em tandem (figura 25) que têm uma eficácia próxima dos filtros de velas filtrantes. Quer os filtros de velas filtrantes quer os filtros de boquilhas ou de escovas a entrada é feita axialmente aos aparelhos e sai radialmente. Esta instalação requer curvas e tês que induzem perdas de carga acrescidas nos circuitos para além de 2 a 3 m na passagem da malha se esta estiver limpa. Todos os filtros são autolimpantes de forma automática. A filtração excessiva pode constituir uma perda de eficiência energética se nos lembrarmos que toda a água que se encontra nos filtros já foi previamente bombeada.



Figura 24 - Estação de Filtração

Os filtros são sempre constituídos por um elemento filtrante que se encontra no interior do cilindro e um elemento resistente que mantém a forma cilíndrica independentemente de a malha estar colmatada ou não.

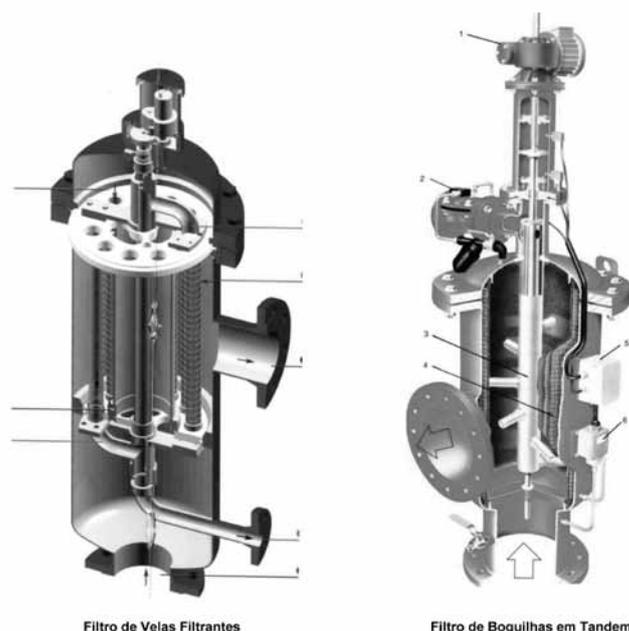


Figura 25 - Representação em Corte de um Filtro de Velas Filtrantes e de um Filtro de Boquilhas em Tandem

O processo de autolimpeza baseia-se na diferença da pressão confinada (± 2 bar) dentro da câmara de filtração e a pressão atmosférica com cujo contacto se proporciona pela abertura automática de uma válvula, temporizadamente ou por variação significativa da pressão a montante e a jusante do elemento filtrante ($\pm 0,5$ bar).

Ultimamente, têm sido utilizados filtros em linha constituídos por um troço de tubo com uma malha disposta perpendicularmente à secção, reforçada por barras de aço dispostas radialmente (figura 26). As condições de autolimpeza são proporcionadas por uma cuba centrada com o tubo e em forma de sector circular que viaja em rotação pela superfície da malha; esta cuba está em contacto com a atmosfera pela abertura automática de uma válvula. A rotação do sector circular limpante é garantida por um jogo de rodas dentadas uma solidária com o sector limpante e a outra accionada directamente por um desmultiplicador solidário com o veio de um motor eléctrico. A vantagem é de ser um filtro em linha que não carece de curvas e outras adaptações que induzem perdas de carga desnecessárias.

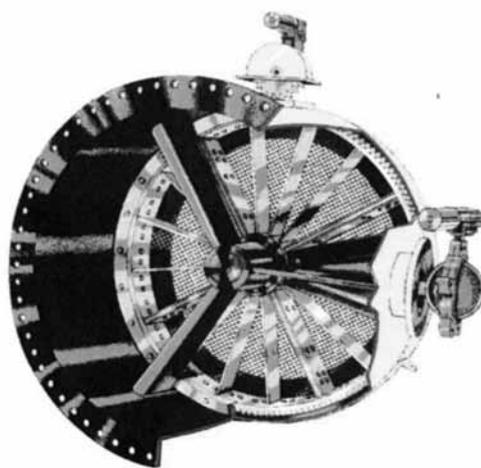


Figura 26 - Representação em Corte de um Filtro em Linha

5.3.3.2.4. Zona de Equipamento de Comando e Controlo Hidráulico

O equipamento de comando e controlo hidráulico de uma EB de distribuição que pressuriza directamente para a rede, é constituído pelos RACs, todo o seu equipamento acessório e pelo caudalímetro.

Os RACs têm a função dupla de regulação, para suprimento das diferenças entre o caudal bombado na EB e o consumo instantâneo, e de protecção contra as depressões e sobrepressões na conduta de compressão quando ocorrem paragens intempestivas dos grupos de bombagem.

A sua importância na função de regulação é maior no suprimento dos pequenos caudais quando os grupos estão parados e durante o regime intermitente. Os volumes em jogo na maioria das instalações, determinados pelo método descrito no referido subcapítulo, leva geralmente ao recurso a duas unidades. A sua instalação pode ser horizontal ou vertical. Com os RACs instalados horizontalmente torna-se mais complexa a concepção de automação, uma vez que a variação do volume no reservatório não é linear com a altura. A instalação vertical é mais impactante do ponto de vista da paisagem.

Os RACs, por lei, têm de ter um projecto aprovado pela autoridade de segurança de equipamentos mecânicos; têm de ser submetidos a provas hidráulicas em fábrica; têm de ser submetidos, após instalação, a inspecção e prova hidráulica conduzida por empresa credenciada para

obtenção do respectivo licenciamento. Em conjunto com os RACs, os equipamentos que constituem a sua segurança válvulas de alívio (válvulas de segurança – figura 28) e manómetro (figura 30) têm de ser calibrados por entidades credenciadas.

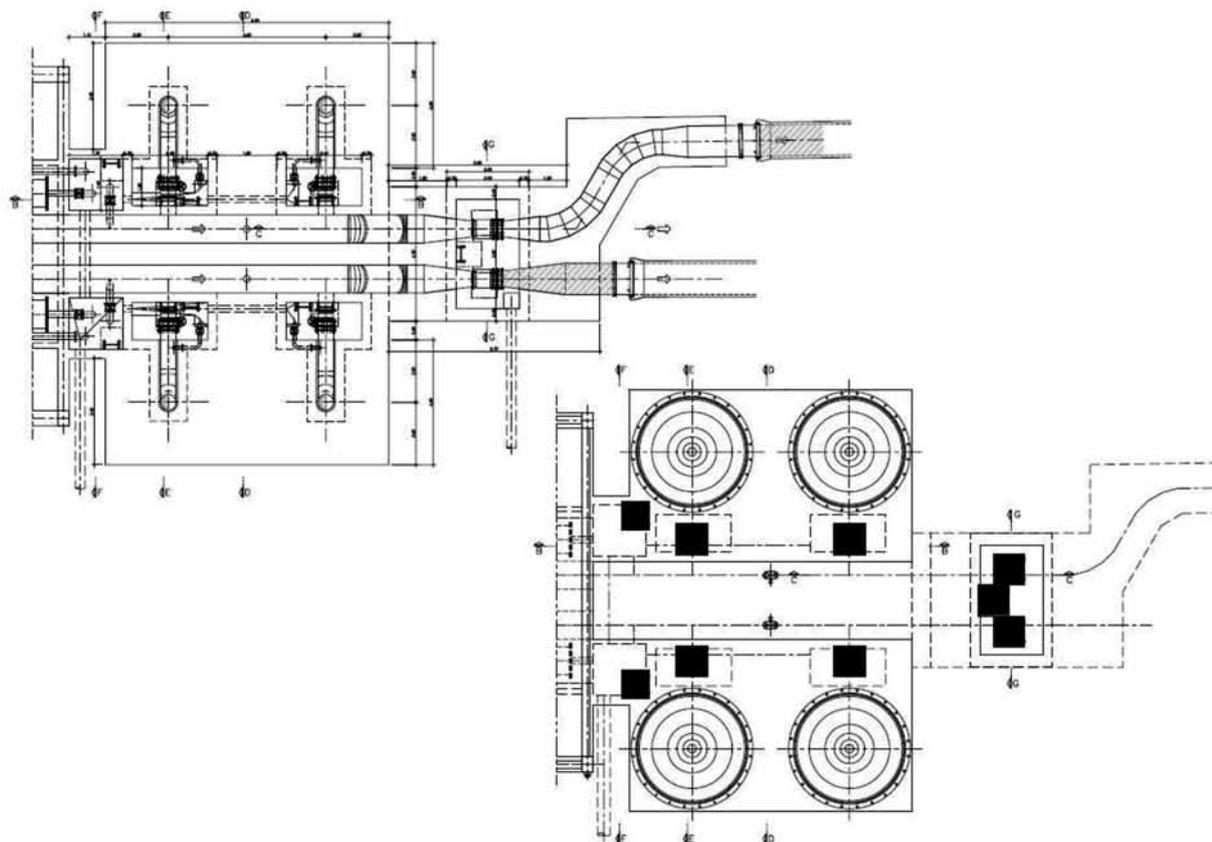


Figura 27 - Planta de Zona de Equipamento de comando e controlo

Nas redes que derivam de forma descendente da EB, adicionalmente ao equipamento de segurança referido, é necessário garantir a entrada automática de ar para a situação de entrada em depressão que ocorre com o esvaziamento da conduta que deriva da EB. Uma solução que tem vindo a ser praticada é a instalação de uma válvula de retenção de bola instalada na posição invertida (figura 28).

Dada a necessidade de monitorizar em tempo real os níveis de água dentro dos RACs, nomeadamente o volume de água e o volume de ar, é necessário dispor de equipamentos que possam medir e comunicar para o autómato, que supervisiona o funcionamento da EB (em tempo real), o nível de separação água / ar e a sua variação. Uma vez que os equipamentos, disponíveis no mercado, com elevada fiabilidade são muito onerosos, como prática comum, passou a considerar-se um barrilete ligado às duas unidades que, como vimos, constituem opção corrente. A ligação do barrilete a cada um dos RACs, com os quais interage, é feita através de duas tubagens. Estas tubagens constituem a ligação de duas derivações do barrilete em ponta lisa e duas picagens do RAC em flange. Entre a tubuladura do barrilete e a flange do RAC é instalado um ligador boca / flange, que absorve os movimentos de dilatação e contracção do conjunto, e uma válvula de cunha flangeada, que permite desconectar o barrilete do RAC, nas operações de conservação e manutenção, sem interromper de todo o funcionamento do sistema de distribuição. Um diâmetro aceitável para o barrilete é DN200 e para as tubuladuras de ligação aos RACs DN100.

O barrilete tem de ter um purgador de ar no topo ($\varnothing 1''$), para além da instrumentação de comando e uma drenagem inferior ($\varnothing 2''$) para permitir realizar operações de conservação e manutenção. Por isso, a drenagem inferior pode ser feita numa flange cega com uma picagem roscada com o diâmetro referido, instalada inferiormente ao barrilete e, superiormente, uma flange cega com duas picagens roscadas: uma $\varnothing 1''$ para instalação do purgador de ar e outra, centrada, a $\varnothing 2''$ para instalação do radar.

Para além das tubuladuras e perpendicularmente a estas, devem ser consideradas, no barrilete, duas picagens flangeadas DN25, para instalação do indicador de nível, a confirmar com o respectivo fabricante. O indicador de nível deve ter o comprimento necessário para, com alguma folga inferior e superior, incluir os pontos notáveis de comando (níveis baixo de alarme, nível baixo, nível alto e nível alto de alarme).



Figura 28 - Equipamento de Segurança dos RACs

No barrilete é medido o nível de água e a sua variação dentro dos RACs. A solução mais fiável é através de um radar, de ondas de alta frequência ($\rightarrow 8,5$ GHz) que não são alteradas pela pressão confinada na câmara. O radar, sendo um equipamento oneroso, tem um razoável comportamento mesmo durante a ocorrência de trovoadas que descontrolam outro tipo de aparelhos usados com o mesmo propósito.

Para visualizar “in loco” o nível ocorrente, é utilizado um indicador de palhetas que mudam de posição pela acção magnética de um flutuador com estas características. Este indicador, em conjugação com um transmissor de contactos reed, pode substituir o radar na medição da variação contínua de nível. Os contactos reed, tal como as palhetas, são actuados pelo curso do flutuador magnético. Dado que os níveis alto, baixo, alto de alarme e baixo de alarme são importantes fixar e determinar na automação da instalação é comum a sua leitura ser redundante, por um dos equipamentos referidos (radar e transmissor de contactos reed) e interruptores de actuação discreta, instalados ao longo do curso do indicador, nos níveis consignados para aqueles set points.



Radar

Indicador de Nível de Palhetas

Figura 29 - Equipamento de Medição Transmissão de Nível

Preferencialmente o barrilete deve ser fabricado em aço inoxidável AISI 304 ou AISI 316L, conforme o grau de salinidade da água.

Em cada um dos RACs é necessário ainda permitir a entrada de ar comprimido quando o nível de água atinge o nível alto de alarme. Significa que a almofada não possui volume de ar suficiente dado que este se foi dissolvendo na água ao longo do funcionamento. A entrada de ar é garantida por uma ligação ao circuito de ar comprimido da EB e realizada pela abertura de uma electroválvula. Nesta linha deverá existir uma válvula anti-retorno para evitar que, por qualquer razão, possa entrar água no circuito de ar comprimido.

Na fase de rearme² dos RACs, no final do enchimento da rede, é necessário, até se atingir o nível baixo de comando, a abertura de uma electroválvula que permita a saída de ar, de forma a garantir que se faça a entrada de água até aos níveis de comando considerados.

As electroválvulas geralmente são unidireccionais pelo que deve haver o cuidado de, na montagem, tomar esta característica em consideração.

² Conceito que veremos adiante



Figura 30 - Barrilete e manómetro dos RACs

Na generalidade, os caudalímetros usados nas EBs de distribuição são caudalímetros electromagnéticos. Contudo, em instalações com condutas superiores a DN1000 os caudalímetros ultrasónicos de, pelo menos, três feixes são igualmente fiáveis. Os caudalímetros devem ser montados em pontos baixos da conduta, para garantir secção cheia no escoamento. A sua instalação deve possuir um troço recto a montante com 5 vezes o diâmetro nominal e a jusante 2 a 3 vezes o diâmetro nominal.

Dado que são de instalação em locais de cota mais baixa onde podem ser sujeitos a inundação, por isso, deve ser possível o conversor ser de instalação à distância, que numa EB poderá ser incluído no quadro eléctrico de comando. Esta instalação exige protecção IP68, não só para o caudalímetro como também para os buçins nas ligações do cabo de alimentação e de sinal.

O dimensionamento do caudalímetro deve ter em consideração que a variação da velocidade deve situar-se entre 0,5 m/s e 3 m/s. Portanto o caudalímetro é escolhido de acordo com a gama de caudais esperados na rede de distribuição, não necessitando de ter o mesmo diâmetro da conduta.

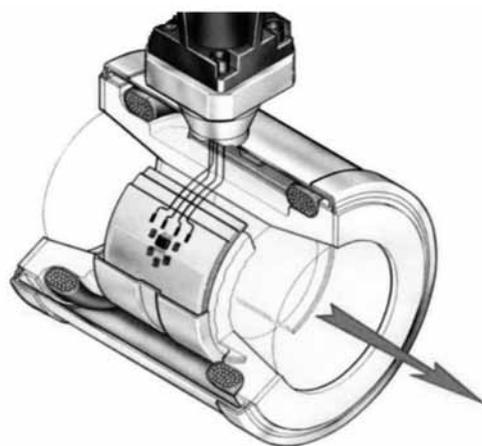


Figura 31 - Caudalímetro Electromagnético

O seu funcionamento baseia-se na criação de um campo electromagnético que é deformado pelo fluxo do líquido que cruza o aparelho; essa deformação é medida nos sensores (figura 31). A informação é disponibilizada numa variação de corrente entre 4 e 20 mA que o conversor transforma em caudal. Este tipo de caudalímetros regista o fluxo nos dois sentidos. Contudo é possível programar o conversor de forma a não registar o fluxo negativo (sentido rede \rightarrow EB). Para ser útil o aproveitamento do sinal oriundo do caudalímetro que regista qualquer microvariação e de forma muito rápida é necessário criar um filtro que integre as leituras instantâneas durante um intervalo de tempo (5 seg. por exemplo) de forma a obter um valor aceitável para o comando da EB.

5.3.3.3. Equipamentos Eléctricos

5.3.3.3.1 Média Tensão

Antes de conceber a instalação de média tensão é fundamental saber se o distribuidor de energia pretende que a alimentação seja em anel ou de fim de linha e qual a tensão com que pretende alimentar a instalação. A definição do tipo de ligação à linha de alimentação pode contribuir para a decisão de considerar um posto de seccionamento separado das instalações principais ou aí incluído.

A decisão por um posto de seccionamento separado depende essencialmente de três premissas:

- A frequência de operação inopinada do posto de seccionamento que numa instalação em anel pode ser frequente. A instalação de um posto de seccionamento independente garante total liberdade ao distribuidor sem ocupar ou reter o consumidor;
- As leituras de consumo serem efectuadas por pessoal sub-contratado que pode não ser conveniente a sua entrada no recinto da EB;
- A insistência do distribuidor de manter a independência de acção mesmo que o posto de seccionamento esteja no fim da linha.

Hoje em dia, as leituras são efectuadas por telecontagem, sendo muita reduzida a frequência de visitas com aquele propósito. Quanto às restantes duas premissas é necessário obter do distribuidor qual a sua posição sobre o assunto.

O posto de seccionamento independente dá maior liberdade aos contraentes do fornecimento de energia, contudo requer maior investimento em equipamento, para além do edificado.

Num posto de seccionamento independente de ligação em anel, as celas de média tensão a instalar são:

- Cela de entrada;
- Cela de saída;
- Cela de corte geral e contagem;
- Cela de ganho intercalar de barramento
- Cela de protecção ao cabo de saída.

Num posto de seccionamento independente de fim de linha não é(são) necessária(s) a(s) cela(s) de saída.

Dentro das Instalações, com esta opção do posto de seccionamento, será necessária a instalação de

- Cella de corte geral;
- Uma Cella por transformador, de protecção com disjuntor e fechadura de encravamento.

Se o posto de seccionamento estiver integrado nas instalações as celas de média tensão necessárias instalar são:

- Cella de entrada;
- Cella de corte geral e contagem;
- Cella de ganho intercalar de barramento
- Uma Cella por transformador, de protecção com disjuntor e fechadura de encravamento.

Neste caso, as celas devem ser integradas em quadros eléctricos blindados, dado o acesso mais frequente.

Os caminhos de cabos entre as celas de protecção dos transformadores e cada um dos transformadores devem ser individualizados ou seja em cada compartimento (cela) do transformador só deve aceder o respectivo cabo.

Como vimos anteriormente, só é possível retirar a chave da fechadura de encravamento depois do disjuntor estar desarmado e com esta chave abrir o portão da vedação interna da respectiva cela do transformador.

Na escolha e partição dos transformadores coloca-se a escolha da tensão de alimentação dos motores eléctricos. A tensão secundária de 690 V foi introduzida pela primeira vez nas EB de distribuição, na EB do Conchoso onde foram instalados motores eléctricos de 710 kW. A partir desta situação, começou a utilizar-se esta tensão na maioria das EBs construídas independentemente da potência máxima dos motores a alimentar. A opção pela tensão de 690 V obriga automaticamente a considerar um transformador de 400 V na tensão secundária para alimentar os serviços auxiliares quer nos equipamentos trifásicos quer nos equipamentos monofásicos.

Como as EBs dos AHs só, eventualmente, estarão a plena carga durante parte do ano, deve-se, de todo, evitar a proliferação de transformadores que consomem energia independentemente de estarem ou não em carga, desde que estejam ligados. Por isso, com o objectivo de melhorar a eficiência energética da instalação, a tensão de 690 V só deve ser considerada quando a alimentação dos motores eléctricos exigir cabos eléctricos de calibre pouco manuseável para a tensão de alimentação de 400 V. Não existe um critério que possa ser sustentado por qualquer teoria, mas como indicação, poderemos referir que, sempre que a potência máxima dos motores não ultrapasse 315 kW a tensão secundária deverá ser de 400 V. Para potências superiores então considerar 690 V.

As EBs de distribuição no regadio têm um consumo elevado nos meses de Julho e Agosto, médio nos meses de Abril, Maio, Junho, Setembro e Outubro e baixo nos restantes meses. Dado que os transformadores consomem energia activa, desde que estejam ligados e quando estão pouco carregados se incrementa muito significativamente o consumo de energia reactiva indutiva, que cada vez tem maior expressão na factura energética, a concepção do posto de transformação deve ser de modo a permitir ter ligado somente um transformador quando os consumos são baixos.

Assim, se tivermos a tensão de 400 V deveremos fazer a partição da potência total em duas partes correspondendo cada uma a um transformador. No cômputo geral da potência máxima deve ser tomada em consideração a simultaneidade de uso, de forma a não termos potências exageradas não utilizadas, não obstante considerar a margem de segurança.

Se tivermos que ter a tensão de 690 V, então deve haver a partição em duas partes nos transformadores com esta tensão no secundário e um transformador de 400 V para os serviços auxiliares.

Deve ser considerado que, em caso de avaria de um transformador, é possível, num curto espaço de tempo, obter um aparelho de 400 V, dado o seu fabrico ser mais ou menos standard, enquanto que um transformador de 690 V demora alguns meses a estar disponível para reposição.

Durante a época de pouco consumo só um dos transformadores de potência deve estar ligado, devendo o outro estar desligado. Contudo, a alternância deve ser feita, com um prazo máximo de um mês para evitar condensações e outras ocorrências que podem condicionar a durabilidade do aparelho.

Os transformadores a utilizar devem ser herméticos se forem transformadores a óleo ou transformadores secos. Estes últimos requerem maior investimento que não se justifica numa EB de regadio. Para monitorização do estado do transformador deve ser exigido que incorpore o aparelho DGPT, cujo sinal deve ser levado à supervisão para eventualmente emitir alarme em caso de anomalia.

5.3.3.3.2. Baixa Tensão

A partição da potência total em duas partes dando origem à instalação de dois transformadores de potência coloca a questão de como se vai conceber o barramento do quadro eléctrico de baixa tensão. Duas alternativas se colocam: alimentação em paralelo do barramento ou dois sub-barramentos, cada um alimentado por um transformador e durante a época baixa para que todos os equipamentos possam ser utilizados, ainda que com limite da potência total. Neste último caso, tem de haver um inter-barras encravado com o desligamento de um dos transformadores. Na primeira opção, o sincronismo de ligação funcione bem. Ambas as soluções são viáveis desde que, no primeiro caso, a potência de curto-circuito de dimensionamento do barramento tem de contemplar a potência máxima dos dois transformadores ligados em paralelo, no segundo caso, o barramento pode ser só dimensionado para a potência do transformador mais potente que pode ser ligado ao barramento, se o encravamento do inter-barras seja garantido.

Se só existir a tensão de 400 V o quadro dos serviços auxiliares é alimentado a partir do barramento geral ou de um ou do outro sub-barramento, uma vez que em qualquer circunstância será alimentado, por isso, não é necessária a instalação de um transformador especificamente para alimentação dos equipamentos auxiliares.

Os quadros eléctricos devem ser de protecção mínima IP55 e de preferência ser instrumentados com equipamentos da mesma marca e de fácil aquisição no mercado.

O autómato de supervisão deve ser replicado de forma que, se houver, uma avaria a EB não fique inibida. Contudo a existência de redundância pressupõe que, sempre que existam alterações nas linhas de programação devem ser efectuadas nos dois autómatos sob pena de ocorrerem de novo os mesmos problemas que se julgavam já corrigidos.

TEMA 5

REDES DE REGA E DRENAGEM

METODOLOGIAS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE REGA POR ASPERSÃO

Gonçalo Leal

Para ser economicamente eficiente, a elaboração de um projecto de uma rede secundária de rega por aspersão exige o recurso a técnicas diversas, a utilizar de forma articulada. Com efeito, para além dos conhecimentos específicos inerentes a este tipo de sistemas hidráulicos, a elaboração do projecto impõe a aplicação de várias técnicas de cálculo e de desenho automático, de forma a otimizar as intervenções de todas as especialidades envolvidas.

De uma forma necessariamente esquemática, pode-se dizer que o faseamento do processo de elaboração de projecto obedece à seguinte sequência:

1. Delimitação do perímetro de rega;
2. Definição da área efectiva de rega;
3. Definição das unidades terciárias de rega;
4. Plano de implantação de hidrantes e de bocas de rega;
5. Traçado preliminar da rede de distribuição;
6. Levantamento topográfico;
7. Traçado definitivo da rede de distribuição;
8. Cálculo dos caudais de dimensionamento em cada troço;
9. Cálculo hidráulico da rede – optimização de diâmetros e pressões estáticas e dinâmicas;
10. Localização e dimensionamento dos equipamentos (válvulas, ventosas, descargas de fundo, etc.);
11. Dimensionamento dos maciços de amarração e de ancoragem;
12. Dimensionamento estrutural das tubagens e fundações;
13. Dimensionamento estrutural das câmaras dos equipamentos e acessórios.

As duas primeiras fases incluem, na realidade, uma série de operações que permitem definir os aspectos conceptuais conformadores do sistema de rega. Em primeiríssimo lugar, o cálculo das necessidades de água para rega permitirá, por confronto com as disponibilidades, determinar a área máxima a beneficiar. A consideração dos aspectos agro-económicos (dimensão e estrutura da propriedade, culturas a praticar, etc.) também influi naturalmente no cálculo das necessidades de água. Noutra registo, a consideração dos aspectos topográficos permite antever os locais que não poderão ser servidos em boas condições ou antecipar a necessidade de colocação de uma estação sobressora.

A utilização de programas vocacionados para a constituição de sistemas de informação geográfica permite organizar a informação disponível – com especial relevo para o cadastro e para a topografia – de forma a facilitar a análise destes aspectos, impondo as respectivas conclusões de modo quase intuitivo.

Vem a propósito sublinhar que, cada vez mais, a elaboração de um projecto de uma rede de rega, é um processo participado, impondo-se um acompanhamento em cada uma das fases marcantes do processo. Tal acompanhamento envolve, em primeiro lugar, o promotor (normalmente uma instituição ou agência estatal), mas também os futuros regantes. Ora compete ao projectista apresentar claramente aos futuros utilizadores as características das soluções técnicas que con-

ceber, as implicações que dela resultam, assim como as diversas alternativas que for possível estabelecer. Os referidos programas permitem agregar, dispor espacialmente e tratar graficamente grande quantidade de informação, de forma a facilitar a avaliação de cada alternativa ou opção técnica, por parte dos destinatários dos estudos e projectos em causa.

Também as operações relativas às três fases seguintes – definição das unidades terciárias de rega, estabelecimento do plano de implantação de hidrantes/bocas de rega e traçado preliminar da rede de distribuição – podem ser grandemente agilizadas pelo recurso ao mesmo tipo de software. Com efeito, a facilidade com é possível, neste ambiente, agregar ou desagregar parcelas a uma unidade terciária, obtendo-se de imediato os novos limites e o correspondente valor da área, tornam possível ensaiar vários arranjos de unidades terciárias e, concomitantemente, obter também várias alternativas de plano de hidrantes. A rapidez com que é possível simular as várias alternativas permite, por um lado, otimizar o arranjo escolhido e, por outro, atender a propostas de alterações avançadas pelos futuros utilizadores do perímetro em sede de acompanhamento ou avaliação intercalar.

A fase seguinte – traçado definitivo da rede de distribuição – assenta em soluções clássicas de CAD (*computer-aided design* ou seja, desenho assistido por computador). Ainda assim, importa salientar os progressos significativos conseguidos nos últimos anos, nomeadamente ao nível de: *(i)* tratamento dos dados topográficos (permitindo obter com alguma facilidade um modelo digital do terreno em estudo); *(ii)* refinamento do traçado das redes, como por exemplo, introdução e cálculo de curvas de grande raio (verticais e em planta); *(iii)* flexibilidade na escolha das variáveis de desenho do pente e sua determinação automática; *(iv)* medição dos movimentos de terra envolvidos (escavação, leito de assentamento, reaterro com terra cirandada, excedente a levar a depósito, etc.). Apesar dos progressos referidos, é expectável que, neste campo, venhamos a testemunhar progressos ainda mais espectaculares no decurso dos próximos anos, nomeadamente no que respeita à introdução de equipamento de manobra e segurança, mas sobretudo da integração das componentes de cálculo hidráulico e estrutural. Estes aspectos começam já a ser tratados nas redes hidráulicas urbanas, mas ainda de forma relativamente incipiente. As futuras versões dos programas de CAD aprofundarão naturalmente estes temas e tenderão a abranger também as redes de distribuição de rega.

As fases de cálculo hidráulico fazem uso de técnicas matemáticas bastante específicas, as quais foram vertidas em programas compostos em ambiente de *folha de cálculo*. Com efeito:

- a) A determinação dos caudais de dimensionamento de cada troço é feita por uma metodologia baseada no conceito de probabilidade de abertura simultânea das bocas de rega situadas nesse troço ou a montante dele. O chamado método de Clément baseia-se na lei binomial e permite reduzir significativamente os diâmetros das condutas da rede, por comparação com aqueles que resultariam da soma do caudal de dimensionamento dos hidrantes/bocas de rega.
- b) A optimização hidráulica dos diâmetros é feita com recurso a técnicas de programação linear. Trata-se de definir, para uma determinada altura manométrica de elevação: *(i)* uma função-objectivo – *custo de instalação*, ou seja, somatório dos custos unitários das várias tubagens vezes a respectiva extensão – e cujo valor há que minimizar; *(ii)* um conjunto de restrições que o sistema tem que satisfazer, sejam elas de natureza hidráulica (cargas necessárias nos pontos mais desfavoráveis) ou física (comprimento invariável do somatório das condutas).

O dimensionamento estrutural dos diversos componentes do sistema (tubagens, fundações, maciços, câmaras dos equipamentos e acessórios) utiliza metodologias correntes, mas nem por isso com elevado grau de automatização. Os cálculos necessários decorrem normalmente em ambiente de *folha de cálculo*.

TEMA 6

**CONSTRUÇÃO, REABILITAÇÃO
E MODERNIZAÇÃO**

PLANOS DE OBSERVAÇÃO EM BARRAGENS AGRÍCOLAS. O PAPEL DO LNEC

Laura Caldeira¹

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos de *risco* são presentemente utilizados pelas entidades governamentais para a aplicação de exigências regulamentares, pelos serviços públicos de protecção civil na apreciação da adequação dos sistemas e medidas de segurança (designadamente, no planeamento de emergência e na gestão de crises), e pelos Donos de Obra no desenvolvimento do projecto de barragens, para a avaliação da exposição ao risco das obras e estabelecimento de prioridades de intervenção.

O conceito do risco constitui, complementarmente, uma base formal e consistente para apreciação da aceitabilidade do risco e uma base comum para avaliação de estratégias alternativas de mitigação, bem como um meio para comunicação ao público em geral e às autoridades. As formas de avaliação, apreciação e comunicação do risco ao público em geral e às organizações que criam o risco constituem a chamada *governança do risco*, que é fundamentalmente da responsabilidade dos Governos (através de directivas, de regulamentos e de normas) e dos Donos de Obra que exercem actividades geradoras de risco (Hartford, 2008).

Dado que, frequentemente, aqueles que criam o risco não sustentam as suas consequências ou os seus amplos custos, nas decisões relativas ao controlo deste tipo de risco não se podem simplesmente aplicar abordagens internas de gestão de risco, devendo ser apreciadas considerações mais abrangentes de âmbito social.

Consequentemente, o *Estado* deve intervir para *regular* o risco, confrontando-se, designadamente, com a necessidade de progresso económico, social e tecnológico cotejado com a filosofia de “*risco zero*” ou de “*segurança garantida*”. Neste contexto, o risco deve ser entendido uma parte necessária da condição humana, dependendo o progresso, muitas vezes, do *risco que se incorre* e do *ensinamento* que se colhe com base em *incidentes* ou em *acidentes*.

Deste modo, os riscos devem ser *controlados*, mas não podem, em muitas circunstâncias, ser *eliminados*, sendo, por vezes imprescindível – no interesse do desenvolvimento tecnológico e do progresso social – que a Sociedade evolua do *aceitável* para o *tolerável*.

Conceptualmente, a distribuição do risco pode ser como representada na Figura 1.

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (laurac@lnec.pt)

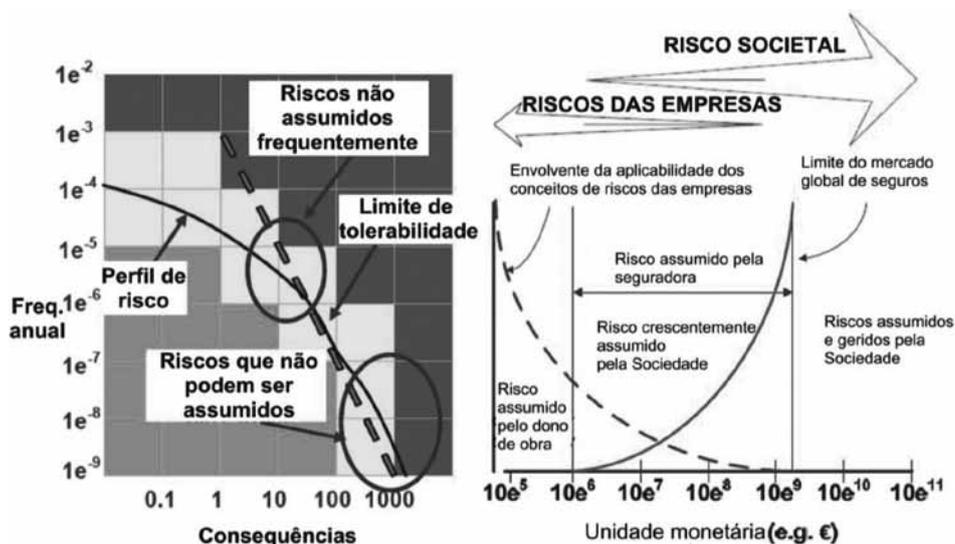


Figura 1 – Distribuição dos riscos

Os riscos são considerados em termos de: (i) *riscos sociais*, a assumpção dos quais obriga à sua aprovação pela Sociedade, (ii) *riscos que não devem ser assumidos*, porque a perda é incomportável, independentemente da probabilidade associada, (iii) *riscos suportados* parcial ou integralmente pelas *seguradoras*, mas não com frequência, devido à perda requerer que a entidade exceda a sua capacidade de assegurar a gestão do risco, (iv) *riscos seguros*, que podem ser assumidos e devem ser eficientemente e eficazmente reduzidos, (v) e *riscos de rotina*, geridos no contexto da infra-estrutura (e no programa de manutenção).

As barragens, dado o seu carácter de infra-estrutura fundamental e as consequências catastróficas que podem resultar do seu colapso, incluem-se nos três primeiros grupos, sendo as suas consequências assumidas pela Sociedade e/ou excepcional e parcialmente pelas Seguradoras.

A probabilidade de ruptura de barragens é actualmente minimizada pela combinação de um extenso conjunto de procedimentos como a *boa prática* de engenharia, a adopção de técnicas de *observação* e de inspecção periódicas, a realização de trabalhos de *reabilitação* para correcção de deficiências identificadas, a permanente *actualização do arquivo técnico* da obra, a implementação de *sistemas de gestão* para assegurar a comunicação aos agentes competentes, a *formação dos agentes* associados à operação e à inspecção da barragem, a elaboração de *relatórios* (permitindo a organização de bases de dados para o melhoramento global da segurança de barragens) e a sua *manutenção*.

A gestão do risco faz-se, assim, através de uma *abordagem observacional*. Esta consiste na identificação prévia dos riscos associados à construção ou à exploração de uma determinada obra, na selecção e na observação de um conjunto de grandezas consideradas relevantes para ajuizar sobre a possibilidade de ocorrência e de desenvolvimento de um determinado mecanismo de ruptura e na previsão de medidas de controlo e de redução do risco (redução da probabilidade de ocorrência ou de progressão dos fenómenos relativos à ruptura da estrutura ou minimização do impacto sobre a sociedade).

A abordagem observacional apenas será justificada quando: (i) as incertezas associadas ao desempenho de uma estrutura são numerosas, (ii) existe possibilidade real de controlar o desenvolvimento e a progressão de determinados modos de ruptura ou (iii) as consequências que advêm de uma eventual ruptura são muito gravosas e permitem uma intervenção para minimizar os seus efeitos.

A sua aplicação deve-se basear numa prévia análise de riscos e deve incluir etapas como:

- a selecção, com base nos resultados da análise de riscos, de *indicadores chave de desempenho* eficientes capazes de permitir a distinção entre o comportamento seguro e um comportamento perigoso, bem como a identificação do cenário de ruptura em progressão;
- a elaboração de um *plano de observação* para medição e análise das grandezas necessárias para a avaliação atempada dos indicadores de desempenho;
- a avaliação das *condições mais prováveis* e do campo de variação dos parâmetros, tendo em conta os dados do projecto e os obtidos durante a construção da estrutura;
- o estabelecimento do *campo de variação* dos indicadores de desempenho da estrutura em função das acções impostas;
- a definição dos *critérios de alerta* em função do cenário de ruptura em desenvolvimento;
- a especificação de *medidas* de controlo, de mitigação dos efeitos e de redução de consequências (designadamente sistemas de aviso e alerta e de planos de emergência), em função dos modos de ruptura identificados, da evolução dos indicadores de desempenho e do tempo disponível para a implementação das medidas propostas.

Para a aplicação da abordagem observacional é necessário que os mecanismos anteriores e posteriores à ruptura sejam compreendidos e as leituras do sistema de observação sejam realizadas com intervalos de tempo suficientemente pequenos para detectar a iniciação e a progressão da ruptura.

Em síntese, a filosofia em que se baseiam este tipo de abordagens pode ser resumida na seguinte sequência: *planear, implementar, observar, seguir* e *actualizar* (Olson e Stille, 2002).

Em Portugal, o controlo da segurança de barragens é enquadrado pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB, 2007) e pelas suas Normas complementares.

2. OBSERVAÇÃO DE BARRAGENS DE ATERRO

O controlo de segurança de barragens (RSB, 2007) inclui o *conhecimento* adequado e continuado *do estado da barragem*, a *deteção* oportuna de eventuais *anomalias* e uma *intervenção eficaz* sempre que esta se revele necessária. A observação visa os dois primeiros objectivos e compreende: (i) o *planeamento*; (ii) as *inspecções visuais*; (iii) a exploração de um *sistema de observação*; (iv) e a compilação, análise e interpretação de toda a *informação recolhida*. Abordam-se seguidamente, estes temas.

2.1. Planeamento

O planeamento das actividades de observação é realizado através da elaboração dos *Planos de Observação* e de *Primeiro Enchimento*.

O *Plano de Observação* deverá: (i) conter indicações, devidamente justificadas, sobre as *grandezas a observar*, de acordo com a importância das obras, para verificação dos critérios de projecto e para controlo da segurança estrutural, (ii) abranger as fases de construção, de primeiro enchimento e de exploração, e (iii) permitir um *conhecimento actualizado* das condições de funcionalidade e de segurança da barragem.

A *importância das obras* é ponderada através da consideração do *risco* envolvido e da *complexidade estrutural* da barragem, os quais são avaliados mediante o cálculo do chamado *índice global de risco*, α_g .

O índice global e risco é determinado através do produto do valor de três índices parciais, de acordo com

$$\alpha_g = EFR \quad (1)$$

onde E é o índice parcial de risco associado a factores exteriores ou ambientais (*perigo*), F o índice parcial relativo a factores associados à fiabilidade estrutural e hidráulica (*vulnerabilidade*) da barragem e R o índice parcial referente a factores associados às condições de ocupação humanas e económicas eventualmente afectadas por uma ruptura (*consequências*).

Em função de α_g , os Quadros III e V das Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB, 1993) recomendam o tipo de grandezas que, no mínimo, devem ser observadas e as frequência mínimas de leitura, podendo os aspectos peculiares de cada obra exigir observações de outras grandezas e o aumento das frequências de observação preconizadas.

O *Plano de Observação* deve conter as indicações relativas a (i) *inspecções visuais*, (ii) *instalação e exploração do sistema de observação* e (iii) *análise do comportamento e da avaliação das condições de segurança*. Deverá ser convenientemente adaptado sempre que ocorrências excepcionais e os resultados da observação o justifiquem e obrigatoriamente decorridos 20 anos sobre a sua aprovação.

2. 2. Inspeções visuais

Preconizam-se três tipos de inspeções visuais: de rotina, de especialidade e de carácter excepcional. As inspeções visuais de *rotina* e de *especialidade* destinam-se a detectar sinais ou evidências de deteriorações ou sintomas de envelhecimento na barragem e a detectar a ocorrência de eventuais anomalias no sistema de observação. As inspeções visuais de *carácter excepcional* visam a avaliação dos efeitos de determinadas ocorrências excepcionais, tais como grandes cheias, sismos importantes, esvaziamentos totais ou outros abaixamentos significativos do nível da água (NOIB, 1993).

Sendo as inspeções visuais de especialidade, por natureza, pouco frequentes, dado que envolvem a deslocação à obra de especialistas, recai nas inspeções visuais de rotina, a cargo dos agentes encarregados da exploração do sistema de observação, muito mais frequentes, a responsabilidade pela detecção, em tempo útil, de qualquer ocorrência que se verifique no intervalo entre duas inspeções de especialidade consecutivas.

Há, contudo, fenómenos que, uma vez em desenvolvimento, podem ter uma evolução muito rápida, eventualmente conducente à ruptura da estrutura. Exemplos dramáticos de ocorrências deste tipo foram o aparecimento de uma ressurgência no paramento de jusante da barragem de Teton, nos Estados Unidos da América, em 1976 (Delatte, 2009), cuja detecção, ainda em fase incipiente, não impediu a respectiva ruptura (ver Figura 2), ou a ruptura da barragem de Zeyzoun, na Síria (ver Figura 3), onde após a detecção de um escorrimento de água ao longo do talude de jusante ocorreu a formação de uma brecha de grandes dimensões, a partir da qual se formou uma onda de ruptura, que matou dezenas de pessoas de uma povoação a jusante.

A maior parte das deteriorações em barragens de aterro foram detectadas por inspeção visual (Silva Gomes, 2001). Contudo, não se deve daí inferir que a observação por meio de instrumentos e de dispositivos de observação é de menor importância. De facto, num conjunto apreciável de obras em que os fenómenos foram visualmente detectados, verificou-se que estas não dispunham de instrumentação (ou a existente era inadequada), ou que a informação recolhida do sistema de observação não foi convenientemente analisada.

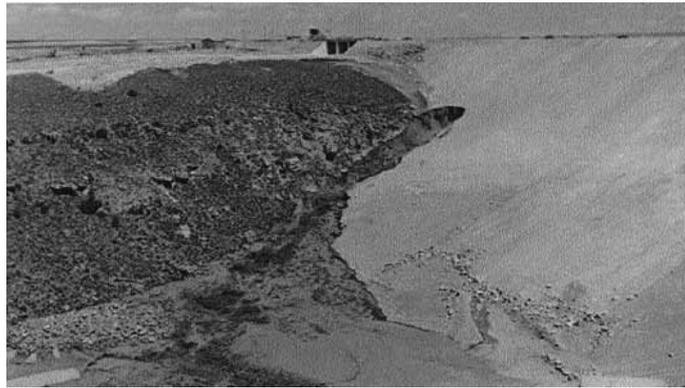


Figura 2 - Ruptura da barragem de Teton. Situação cerca de 3 h após a detecção da ressurgência (Delatte, 2009)



Figura 3 - Ruptura da barragem de Zeyzoun, na Síria

Os resultados das inspecções visuais são, geralmente, apresentados em forma de uma *ficha de inspecção visual* complementada com uma *reportagem fotográfica*, com aspectos relevantes sobre o estado da obra.

No decurso da fase de exploração, as *NOIB* atribuem aos agentes encarregados das inspecções visuais de rotina a elaboração e o envio ao responsável pela barragem, com uma frequência mensal, de um *relatório sucinto*, referindo as ocorrências mais significativas, do ponto de vista da segurança, verificadas desde a elaboração do último documento do mesmo tipo, e a elaboração de um *relatório de pormenor* no caso de detecção de um novo indício de deterioração, que permita a sua referenciação.

Estas inspecções devem ser complementadas por *inspecções visuais de especialidade* reportadas em relatórios sucintos com a evolução verificada desde a última inspecção do mesmo tipo.

No caso de *ocorrências excepcionais* devem ser ainda realizadas inspecções de carácter excepcional, cujo relatório deverá conter uma descrição pormenorizada da ocorrência que motivou a inspecção e dos indícios de deterioração detectados, a avaliação sumária das prováveis condições de segurança da obra, a indicação de eventuais medidas correctivas a empreender e os estudos a desenvolver e a sua urgência.

Os objectivos visados com a elaboração dos relatórios preconizados são a garantia da *realização sistemática de inspecções visuais de rotina e de especialidade* (e, no caso de ocorrências excepcionais, a realização da correspondente inspecção de carácter excepcional). Em caso de detecção de uma anomalia que possa ter incidência no comportamento da obra, esta deverá ser registada e comunicada, em prazo adequado, aos responsáveis pela segurança da obra.

Um adequado processo de comunicação pressupõe a existência, para cada barragem, de um *organigrama* com o fluxo de informações, com a *identificação* inequívoca dos *destinatários*, sendo do maior interesse que as instituições envolvidas (designadamente a Autoridade e o *LNEC* quando interveniente no processo) indiquem nominalmente o responsável por cada obra e o seu substituto em caso de impedimento.

Não estando definidos os circuitos de informação, sugere-se que os agentes responsáveis pelas inspecções visuais de rotina procedam ao envio, no mais curto prazo possível, ao Técnico Responsável pela Exploração (*TRE*), o relatório mensal sucinto e o relatório de pormenor sobre um novo indício de deterioração, o qual procederá de imediato à sua análise. Sempre que o *TRE* considere que o referido indício é capaz de afectar a segurança da obra, deve seguir-se uma comunicação imediata à Autoridade e ao responsável pelas inspecções visuais de especialidade. Se tal não se verificar, os relatórios de pormenor deverão ser obrigatoriamente analisados e comentados no relatório de inspecção visual de especialidade subsequente.

Na realização das visitas de inspecção, os agentes referidos devem estar alertados para os aspectos a ter em particular atenção, devendo, para o efeito, a inspecção ser efectuada com base numa *ficha de inspecção* que, para além de obrigar a uma verificação sistemática dos aspectos considerados importantes, tem por referência situações já anteriormente caracterizadas. A elaboração da ficha de inspecção visual de rotina deverá ficar a cargo de especialista e decorrer da realização de uma inspecção, que ficará a constituir a *situação de referência*, a qual deve procurar fazer-se coincidir com uma época de tempo seco. É importante ter presente que as fichas são documentos que exigem uma permanente actualização. De facto, o exercício sistemático de inspecção e da análise da importância relativa das alterações detectadas, proporciona uma reflexão contínua, da qual pode resultar a inclusão de novos aspectos.

As inspecções visuais das barragens de aterro devem envolver toda a superfície da barragem (o coroamento e os paramentos), a sua zona envolvente (os encontros, a inserção no maciço de fundação e na zona imediatamente a jusante da barragem) e, quando se justifique, as encostas da albufeira em zonas previamente identificadas como potencialmente instáveis. As inspecções devem ser realizadas de acordo com um percurso determinado, para que a sequência dos aspectos e dos locais a inspecionar se mantenha de inspecção para inspecção.

A observação de pormenor deve, naturalmente, ser feita a curta distância. No entanto, há situações e alterações face ao estado precedente cuja observação deve ser feita à distância (como distorções da superfície do aterro, alterações subtis da vegetação ou manchas de humidade). Na detecção de deslocamentos é ainda adequada a utilização de certos alinhamentos como referência (guardas de protecção, alinhamentos de postes de iluminação e marcados no pavimento do coroamento e a intersecção do plano da água da albufeira com o paramento de montante).

As anomalias observadas em barragens de aterro enquadram-se, em regra, nos seguintes tipos: devidas à percolação, fendilhação, instabilidade, depressões (assentamentos e abatimentos) e problemas de manutenção (protecção inadequada de paramentos, erosão superficial, crescimento excessivo de vegetação e buracos de animais).

2. 3. Sistema de Observação

Em qualquer barragem é de medição obrigatória o nível da água na albufeira. Abordam-se, na sequência, as grandezas a observar em barragens de aterro de pequena (até 15 m de altura), média (entre 15 e 30 m de altura) e de maior dimensão (de altura superior a 30 m).

Da aplicação do Quadro III às barragens de aterro com *altura inferior a 15 m*, resulta, a par da possibilidade de não ser necessário observar qualquer grandeza (para $\alpha_g \leq 10$ e $R < 3$, excepto quando $\alpha_1 = 5$, caso em que $\alpha_g \leq 9$), a necessidade de medição *deslocamentos superficiais* e *caudais* de infiltração, ou mesmo *pressões intersticiais* e grandezas relacionadas com *acções sísmicas*.

Ainda de acordo com o mesmo quadro, para barragens de aterro com *altura compreendida entre 15 e 30 m*, devem obrigatoriamente observar-se o *caudal total* de infiltração, as *pressões intersticiais* com piezómetros com fluxo e sem fluxo (se $\alpha_1 = 5$), os *deslocamentos superficiais* (se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$), os *deslocamentos internos* (se $\alpha_g > 20$), *acções sísmicas* (se $\alpha_1 = 5$) e, opcionalmente, a precipitação atmosférica. O maior risco e a maior complexidade, em regra associados a barragens de maior altura, estão reflectidos na obrigatoriedade de medição do caudal total infiltrado e de pressões intersticiais (com piezómetros com fluxo). A medição de deslocamentos superficiais e acções sísmicas, só se torna obrigatória em certas condições. Em determinadas condições, para as barragens de média dimensão, é já exigida a obrigatoriedade da medição de deslocamentos internos e de pressões intersticiais com piezómetros sem fluxo. A medição da precipitação atmosférica é ainda opcional.

Para barragens de maiores dimensões acresce-se a exigência de medição da precipitação atmosférica, de tensões totais e de caudais parciais.

Os equipamentos de observação, incluindo-se os instrumentos e dispositivos instalados em obra e os aparelhos de leitura, são inúmeros. A maior parte dos equipamentos, designadamente os associados a princípios de funcionamento mais complexos, só podem ser fabricados por empresas e em instalações especializadas. Contam-se entre estes os extensómetros ou as células de tensão (instrumentos embebidos no corpo das barragens) e os respectivos aparelhos de leitura. Outros, pelo contrário, são de concepção muito simples, o que permite a sua execução em obra, como acontece com os medidores de caudal materializados por um pequeno muro, que intercepta o fluxo de água, atravessado por um tubo ou equipado com um descarregador calibrado (Figura 4).

Nas barragens portuguesas tem sido usado apenas um número relativamente pequeno de equipamentos de observação, essencialmente pelo facto de, quando a garantia de fiabilidade de um equipamento se consolida, há tendência para privilegiar o seu uso, em desfavor de outros cujo desempenho se desconhece, e a disponibilidade de aparelhagem de leitura de um determinado tipo de equipamento, associada ao seu habitualmente elevado custo, favorece a continuidade da utilização de instrumentos do mesmo tipo. Complementarmente, a referida continuidade é também auxiliada pelo facto do LNEC ter uma intervenção sistemática num grande número de barragens.



Figura 4 – Medidores de caudal: a) atravessado por um tubo; b) calibrado

O Quadro 1 apresenta os equipamentos de observação mais utilizados em barragens portuguesas.

Quadro 1 – Equipamentos de observação mais utilizados em barragens portuguesas

GRANDEZA	EQUIPAMENTO
Níveis de água na albufeira	Escalas limnimétricas Células de pressão intersticial
Precipitação atmosférica	Udómetros
Deslocamentos superficiais	Marcas superficiais e marcas de referência
Deslocamentos internos	Tubos inclinométricos Baterias de assentamentos Extensómetros lineares
Pressões intersticiais	Piezómetros de tubo aberto Células de pressão intersticial
Tensões totais	Células de tensão total
Caudais	Bicas totalizadoras Medidores de caudais

2. 4. Distribuição dos equipamentos

Da aplicação dos Quadros I e III das *NOIB* resulta apenas a indicação do tipo de grandezas a observar. Os estudos conducentes à definição do número e à localização dos instrumentos e dos dispositivos de observação devem apoiar-se, como anteriormente referido, na avaliação de riscos que, tendo em conta as características da obra (tipologia da barragem, características da fundação, altura e desenvolvimento e estado de conservação e comportamento), possam ocorrer e dos sintomas associados, susceptíveis de se reflectirem nos valores das grandezas que permitem medir.

A detecção de indícios de comportamento anómalo pressupõe a caracterização prévia do *comportamento normal* da obra. Essa caracterização implica naturalmente o conhecimento dos valores e da evolução das *acções* que, salvo ocorrências excepcionais, tais como sismos ou grandes cheias, influenciam o comportamento da obra. No caso das barragens de aterro, as *acções* predominantes são produzidas pelo peso próprio, pela água da albufeira e a sua percolação no interior do corpo da barragem e fundação, podendo a precipitação atmosférica também influenciar o valor e a evolução de algumas grandezas.

O *caudal* drenado através do corpo da barragem e da sua fundação é uma grandeza particularmente sensível à ocorrência de alterações detrimenais para o comportamento da obra. A instalação, sempre que viável, de um medidor de caudal, a jusante da barragem, que colecte o caudal total percolado, permitindo a sua medição em épocas sem precipitação e sem descargas, poderá

dar indicações do maior interesse sobre a eventual ocorrência de tais alterações. Para a redução do grau de indefinição sobre a localização dessas alterações podem-se instalar, complementarmente medidores de caudal que colectem a água percolada através de zonas diferenciadas da obra. Adicionalmente, deve-se estudar o projecto e inspecionar a obra na perspectiva de localizar eventuais filtros e drenos, em cujas saídas seja possível colectar e medir caudais.

A medição de *cotas piezométricas* no corpo e na fundação de barragens de aterro e na vizinhança imediata do pé de jusante da barragem, para além de permitir a compreensão da forma como se processa a percolação, permite ainda a detecção de fenómenos que possam afectar a segurança da barragem. O número e a distribuição de piezómetros hidráulicos abertos devem ser, essencialmente, condicionados pela tipologia da obra (tendo em conta, as características dos órgãos de impermeabilização e dos filtros e drenos), pelas dimensões da barragem (altura e desenvolvimento) e pelas indicações resultantes da inspecção visual, designadamente as que se referem a eventuais ressurgências, zonas húmidas e zonas com vegetação.

A medição de *deslocamentos superficiais* do corpo de uma barragem de aterro (no coroamento e nas banquetas) permite traçar, relativamente à campanha de referência, deformadas longitudinais ou transversais que documentam, de um modo integrado, sobre o comportamento do aterro e da fundação (quando deformável) subjacentes. A ocorrência de um eventual assentamento localizado informa sobre o possível colapso por molhagem, ou a possível existência de fenómenos de erosão interna, responsáveis pela formação de vazios de grande dimensão. A distribuição das marcas pelo corpo de uma barragem de aterro deve, por conseguinte, ser feita de modo a garantir a obtenção da deformada da barragem com apoio num número razoável de pontos. No que se refere aos deslocamentos verticais, a fiabilidade das medições impõe ainda distâncias máximas entre marcas da ordem dos 30 m.

Os inclinómetros são dispositivos que possibilitam a medição de *deslocamentos* horizontais e eventualmente verticais *no interior de barragens*. A instalação de inclinómetros pode não se limitar ao conjunto barragem-fundação, devendo ter em conta a possibilidade de ocorrência de escorregamentos nos encontros ou na albufeira que possam afectar a segurança da obra.

2. 5. Frequências de leitura

Do Quadro V das *NOIB* constam as frequências de observação recomendadas para barragens de aterro para as diferentes grandezas e para as inspecções visuais em função da altura da barragem e da fase da vida da obra.

O *RSB* e as *NOIB* distinguem, na *fase de exploração*, dois períodos: o *primeiro período*, que, para as barragens cujo regime de exploração é sazonal, tem, em regra, uma duração de cinco anos, por forma a neste período dispor das respostas e da respectiva evolução, relativas a todo o domínio de variação dessas acções, o que possibilita a determinação do comportamento normal e a formulação e a aferição de modelos conceptuais ou numéricos; e o *período de exploração posterior*, no qual o comportamento da barragem é analisado mediante os modelos estabelecidos no período precedente.

Para as barragens em fase de exploração que não dispõem de tais modelos, interessa adoptar as frequências recomendadas para o primeiro período de exploração, por forma a formular e a calibrar adequadamente os referidos modelos de análise de comportamento.

A grandeza cuja observação o Quadro V das *NOIB* recomenda que seja efectuada com maior frequência (diária) é a do nível da água na albufeira.

As frequências de observação deverão ser aumentadas quando se verificarem, através dos resultados da observação, indícios ou evidências de deteriorações que possam afectar a segurança da obra.

3. PAPEL DO LNEC

Para as barragens da *classe I*, sempre que lhe seja atribuída uma intervenção de carácter sistemático, compete ao LNEC:

a) Rever o *plano de observação* na fase de elaboração do projecto e as *respectivas adaptação e actualizações*, bem como o *plano de primeiro enchimento* (ou de enchimento, após esvaziamento prolongado da albufeira).

b) Controlar a *execução dos referidos planos*, com especial incidência nas fases de construção e de primeiro enchimento da albufeira.

c) Promover a constituição de um *arquivo informático* dos dados dos sistemas de observação das barragens e explorar esse arquivo de modo a manter um *conhecimento actualizado* do comportamento das barragens.

d) *Acompanhar o comportamento* das barragens ao longo da sua vida e elaborar *pareceres* durante o *primeiro enchimento* (ou enchimento após esvaziamento prolongado), bem como relatórios durante e no *final do primeiro período de exploração* definido no plano de observação.

e) *Analisar os relatórios* do comportamento das barragens posteriormente ao primeiro período de exploração.

f) Efectuar inspecções e elaborar *pareceres em caso de ocorrências excepcionais* ou de circunstâncias anómalas.

Deste modo, para as barragens da *classe I*, a concretização dos objectivos definidos é conseguida através do desenvolvimento pelo *LNEC* das acções que constam do Quadro 2.

Complementarmente, o Dono de Obra deverá promover um conjunto de actividades de observação, descritas no *RSB* e propostas nos Planos de Observação e de Primeiro Enchimento, que incluirão, entre outras, a realização de *inspecções visuais de rotina e de especialidade*, de *campanhas de leitura do sistema de observação*, a *comunicação* dos respectivos resultados às *entidades competentes* e a *elaboração de relatórios* com a análise do comportamento da obra.

Quadro 2 – Actividades a desenvolver pelo LNEC

FASES	ACTIVIDADES A DESENVOLVER PELO LNEC
Projecto	<p>Revisão do Plano de Observação</p> <ul style="list-style-type: none"> – Análise dos elementos do Projecto considerados relevantes; – Visita ao local da obra; – Reunião com o responsável pelo Plano de Observação – Elaboração de relatório
Construção	<p>Controlo da execução do Plano de Observação:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Acompanhamento da instalação do sistema de observação – Realização da campanha de medição de referência; <p>Revisão das adaptações e actualizações do Plano de Observação</p> <p>Constituição e exploração de um arquivo informático dos dados de observação</p> <p>Visitas de inspeção de especialidade</p> <ul style="list-style-type: none"> – Após o saneamento da fundação – Durante a execução dos aterros experimentais – No início, a meio e no final da construção (periodicidade mínima trimestral) com a execução de ensaios de controlo e de caracterização mecânica e hidráulica <p>Análise do comportamento da barragem</p> <p>Revisão do Plano de Primeiro Enchimento</p> <ul style="list-style-type: none"> – Análise do relatório do final da construção – Reunião com o responsável pelo Plano de Primeiro Enchimento – Elaboração de relatório
Primeiro enchimento	<p>Inspeção prévia ao primeiro enchimento</p> <p>Controlo da execução do Plano de Primeiro Enchimento</p> <ul style="list-style-type: none"> – Inspeções visuais de especialidade no início e final de cada um dos patamares de enchimento e no final do primeiro enchimento <p>Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação</p> <ul style="list-style-type: none"> – Campanhas de leitura no final dos patamares e no final do primeiro enchimento <p>Elaboração de pareceres no final de cada patamar de enchimento</p> <p>Análise do comportamento da barragem no final do primeiro enchimento</p>
1ª fase de exploração	<p>Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação e conhecimento actualizado do comportamento da barragem</p> <ul style="list-style-type: none"> – Inspeções visuais de especialidade com uma frequência anual (art. 40º) – Campanhas anuais de leitura dos equipamentos de observação <p>Análise do comportamento da barragem no final do primeiro período de exploração</p>
Restante período de exploração	<p>Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação e conhecimento actualizado do comportamento da barragem</p> <ul style="list-style-type: none"> – Inspeções visuais de especialidade com uma frequência quinquenal (art. 40º) – Campanhas quinquenais de leitura dos equipamentos de observação <p>Elaboração de pareceres com a análise dos relatórios do comportamento</p>
Em qualquer fase	<p>Realização de inspeções visuais de especialidade e de campanhas de observação e elaboração de pareceres após ocorrências excepcionais ou circunstâncias anómalas</p> <p>Revisão do Plano de Enchimento, após esvaziamento prolongado da albufeira</p> <p>Elaboração de pareceres durante o enchimento após esvaziamento prolongado</p>

Para as restantes barragens, o *LNEC* poderá ainda intervir a pedido do Dono da Obra ou do *INAG*, não sendo contudo uma imposição regulamentar.

Apresentam-se, seguidamente, aspectos relativos à recolha dos dados de observação e à manutenção e exploração do arquivo informáticos das barragens, para os quais o *LNEC* se disponibiliza para colaborar com os Donos de Obra, de modo permitir o cumprimento das disposições regulamentares com menor dispêndio de recursos.

3. 1. Recolha dos dados de observação

Os dados de observação são obtidos a partir das inspeções visuais e das campanhas de leitura do sistema de observação.

O *LNEC* disponibiliza-se, quando necessário, para a formação adequada e específica dos agentes responsáveis pelas inspeções visuais de rotina. Para tal, Técnicos do *LNEC* poderão deslocar-se à barragem e realizar com estes agentes uma inspeção visual, indicando os pontos a inspeccionar, identificando comportamentos anómalos, alertando para ocorrências possíveis, justificando procedimentos e desenvolvendo, se necessário, fichas de inspeção visuais específicas para a obra em apreciação, e ajudando o seu preenchimento, designadamente ao relato e à referência de indícios de deficiente ou anormal comportamento.

Um dos aspectos fundamentais das campanhas de leitura do sistema de observação prende-se com a disponibilidade por parte dos Donos de Obra de dispositivos de leitura para alguns equipamentos de leitura, tais como células de pressão intersticial e de tensão total, inclinómetros, baterias de assentamento e marcas superficiais. O custo deste equipamentos, a especialização dos procedimentos e que os agentes responsáveis têm necessariamente que possuir aconselha, bem a frequência das campanhas, aconselha que se promova a sensibilização e a associação dos Donos de Obra com vista ao desenvolvimento concertado destas actividades, de modo a que:

- se proceda à *instalação de equipamentos* de observação *semelhantes*, que permitam a utilização de um mesmo equipamento de leitura;
- se constituam *equipas de observadores*, devidamente habilitadas, que realizem campanhas de leitura dos sistemas de observação de um conjunto de barragens;
- se partilhem os *custos* associados à aquisição dos *dispositivos de leitura* e à realização das *campanhas de observação*.

Deste modo, os custos de observação relativos a cada Dono de Obra poderão ser minimizados diminuídos e a produtividade e a competência da equipa de observação maximizados, dado que a sua maior permanência neste tipo de função, acarretará uma maior experiência e desenvoltura.

O *LNEC* poderá assistir os Donos de Obra na sugestão dos equipamentos e na formação da equipa de observação, indicando e explicando os procedimentos de leitura mais correctos, a validação e registo dos dados obtidos, os cálculos a realizar para dedução das grandezas físicas associadas, o respectivo registo em arquivo informático e o envio à entidade competente pelo controlo de segurança da obra.

3. 2. Manutenção e exploração do arquivo informático

No início deste século, o *LNEC* associou-se ao *INESC* e à *EDP* e, aproveitando fundos públicos disponibilizados pelo Ministério da Economia, promoveu a constituição de um sistema de gestão dos dados de observação, tirando partido dos desenvolvimentos mais recentes nas tecnologias de

informação. Com o final do projecto, as responsabilidades de manutenção e de desenvolvimento passaram a estar a cargo do *LNEC*, sendo de realçar a colaboração dos técnicos da *EDP* nos testes das novas funcionalidades.

O novo sistema, designado de *gestBarragens*, foi desenhado como um sistema modular, expansível ao longo do tempo e baseado na *Internet*. No início foram previstos 6 módulos (Figura 5), com diferentes funções e objectivos, sendo que actualmente o módulo *GB-Observações* é o que está num estágio de desenvolvimento mais avançado.

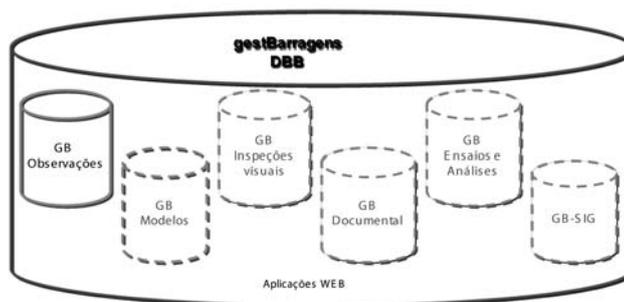


Figura 5 - Principais módulos do *gestBarragens*

O sistema não requer a instalação de qualquer *software* no computador dos utilizadores, sendo acessível através de um qualquer programa de navegação (*browser*). O acesso é autenticado, de modo que cada utilizador tem permissões específicas de acordo com as obras que acompanha e com o seu tipo de intervenção. Do ponto de vista aplicativo, o sistema inclui um servidor *Web*, onde residem as aplicações, e outros servidores complementares onde residem outras componentes, como é o caso particular da base de dados *Oracle* (Figura 6).

Para além do carregamento de dados das campanhas de observação, o sistema inclui aplicações que permitem a consulta das leituras e dos resultados dessas campanhas, em forma de texto e em forma gráfica, a consulta de elementos referentes aos sistemas de observação, bem como elementos relativos à própria obra.

O sistema possui aplicações que permitem a sua integração com sistemas de recolha automática de dados (*RAD*) e com a utilização de terminais de dados portáteis, muito úteis para a realização de campanhas de observação.

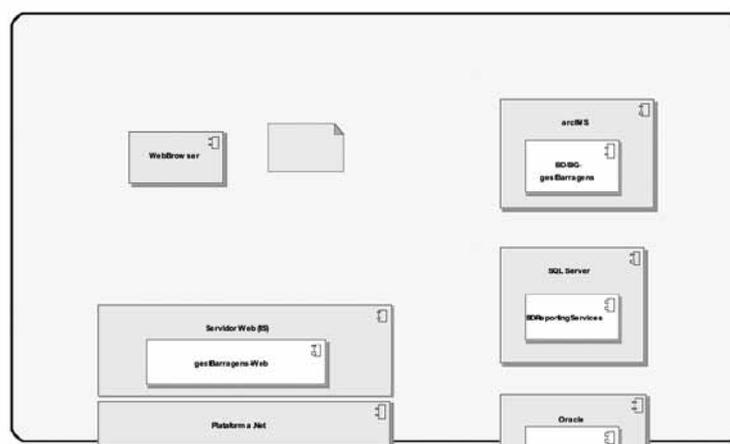


Figura 6 - Arquitectura do sistema aplicacional

Trata-se de um sistema federado, que pode ser instalado em apenas numa instância autónoma, ou ser distribuído num conjunto de várias instâncias, cada uma com dados e aplicações específicas. O sistema inclui mecanismos de sincronização automática que permitem que a base de dados da instância central seja actualizada sempre que forem introduzidas alterações nas instâncias dependentes (Figura 7).

Actualmente existe uma instância central na *LNEC*, utilizada pelo *LNEC* e pela generalidade dos Donos de Obra, e uma segunda instância na *EDP*, onde todo o *software* está replicado, mas cuja base de dados inclui apenas elementos referentes às suas obras.

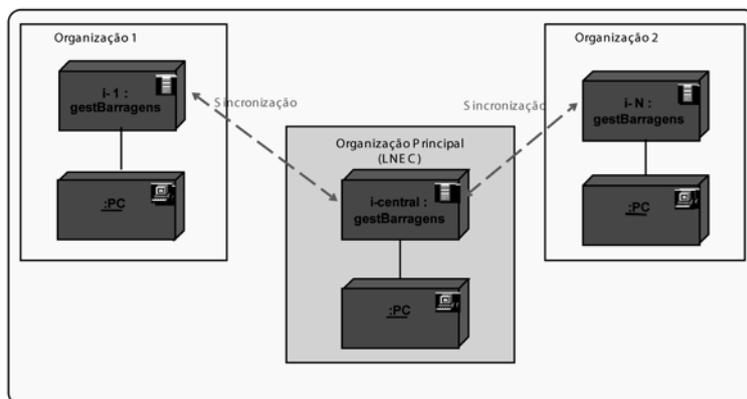


Figura 7 - Sistema *gestBarragens* num contexto multi-organizacional

O sistema, desenvolvido inicialmente para barragens de betão, encontra-se presentemente em expansão, estando em curso a sua aplicação a barragens de aterro, que requerem a consideração de tipos instrumentos específicos. Estão já implementados 31 tipos de instrumentos de recolha manual e 25 tipos de instrumentos de recolha automática. Para além da consideração de novos tipos de instrumentos, o sistema vai incluindo novas aplicações e funcionalidades de acordo com os interesses e necessidades dos utilizadores.

A base de dados do *LNEC* inclui presentemente elementos referentes a 128 barragens, de todos os tipos, num total de mais de 65000 campanhas de observação.

Este sistema será disponibilizado aos diferentes Donos de Obra para introdução e acesso permanente aos dados de observação, constituindo um elemento essencial para a manutenção de um conhecimento actualizado do comportamento da barragem para todos os intervenientes no controlo da segurança das barragens.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As barragens são infra-estruturas fundamentais, mas com consequências catastróficas em caso de ruptura, pelo que Sociedade considera-se no direito de as regular e de adoptar uma abordagem observacional no controlo da sua segurança.

O controlo de segurança de barragens (*RSB, 2007*) inclui o *conhecimento* adequado e continuado *do estado da barragem*, a *deteção* oportuna de eventuais *anomalias* e uma *intervenção eficaz* sempre que esta se revele necessária. A observação visa os dois primeiros objectivos e compreende o planeamento, as inspecções visuais, a exploração de um sistema de observação e a compilação, análise e interpretação de toda a informação recolhida.

Abordaram-se aqui, de uma forma genérica, os aspectos fundamentais referentes ao cumprimento do Regulamento de Segurança de Barragens e das Normas de Observação e Inspeção de Barragens, distinguindo-se, designadamente, as actividades a cargo do Dono de Obra e do *LNEC*.

Por último, indicaram-se caminhos possíveis para, com economia e partilha de recursos, ser garantida, com eficiência, a segurança das barragens, activos de fundamental importância para o desenvolvimento do país.

BIBLIOGRAFIA

CDDR (1983)

Harford, D. (2008). *Science – Management of Civil Asset Risk. Objectives, Principles, Process and Analytical Techniques*, Risk Management in Civil Engineering Advance Course, LNEC, p. 106.

NOIB (1993). *Normas de Observação e Inspeção de Barragens*, Portaria 847/93 de 10 de Setembro.

Olson, L. e Stille, H. (2002). *Alarm Thresholds and Their Use in Design of Underground Openings*. Int. Conf. on Probabilistics in Geotechnics, Graz, pp. 215-221.

RSB (2007). *Regulamento de Segurança de Barragens*, Decreto-Lei nº 344/2007 de 15 de Outubro.

Silva Gomes, A. (2001). *Curso de Exploração e Segurança de Barragens*; Instituto da Água.

Delatte, N. (2009). *Beyond Failure: Forensic Case Studies for Civil Engineers*, ASCE Press.

TEMA 7

EXPLORAÇÃO

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PERÍMETROS DE REGA A IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA AGRONÓMICA

Eduardo M. Drummond de Oliveira e Sousa¹

Tem sido grande o esforço feito pelo Estado na construção de Obras de Rega, hoje denominados Empreendimentos Hidroagrícolas, alguns com outros usos para além da distribuição de água para rega, donde se destaca actualmente o Alqueva.

Este esforço, impulsionado há mais de seis décadas, teve um forte incremento no final do século devido a expressivo apoio externo, o que possibilitou o financiamento quase integral dos mesmos. Ora, porque é que é tão importante entre nós construir Obras de Rega?

Talvez não seja mau enaltecer algo que me é particularmente caro, o facto da agricultura dever ser uma actividade estratégica. À semelhança de outros, como a defesa, a educação ou a saúde, sem agricultura um povo não pode considerar-se verdadeiramente independente. Se assim é, esta deve ter um enquadramento sociopolítico próprio, e por isso ser necessário adequar por exemplo as denominadas ajudas, ou outros estímulos, para assegurar e perpetuar condições de desempenho digno da actividade que, no final, a todos beneficia e dá corpo à referida condição de sector estratégico. A Europa percebeu isso no final da segunda grande guerra, e a Política Agrícola Comum, a PAC, é a sua consequência.

Aliás, trata-se de algo que não é novo. Veja-se o que reza o padrão da Obra de Rega nº 1, em Salvaterra de Magos, datado de 1938.



A Rega é considerado magno problema de interesse simultaneamente económico, social e militar, que, como nenhum outro, contribuirá para a valorização do património nacional, para a criação da riqueza pública, para a absorção do nosso excesso demográfico e para o desenvolvimento do comércio interno e externo do País

¹ Director Executivo da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia – oliveiraesousa@arbvs.pt

Hoje, envolvida na globalização, defender a agricultura para que se mantenha viva, e simultaneamente defender o livre mercado, é tarefa árdua e ingrata, promovendo muitos sorrisos amarelos, e por vezes até “ajudas” escondidas ou mascaradas para evitar o abandono da actividade por parte de muitos agricultores em variadas áreas do globo. É o caso das ajudas menos conhecidas nos Estados Unidos da América, ou até mesmo aqui ao lado, onde *nuestros hermanos*, através das administrações autonómicas, quando querem (e querem muito) sempre encontram formas de ajudar o sector. A agricultura é fundamental em todos os países.

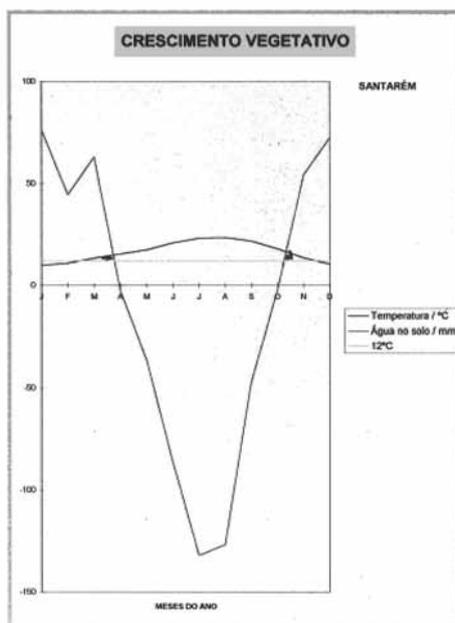
Escreveu recentemente o Prof. João César das Neves no seu livro “*As 10 questões da Crise*”.....

“Depois da Segunda Guerra Mundial, a pior de todas as confrontações da história, a frase mais repetida foi: «Nunca mais!» A sensação de repulsa ainda permanece, mas somos a geração que começa a abrandar este zelo. Nalguns meios, vislumbra-se a repetição da história.”

João César das Neves
em “*As 10 questões da Crise*” (2011)

Tomemos pois atenção e saibamos interpretar o que vai acontecendo no Mundo nestes tempos mais recentes! Espanha, Grécia, Estados Unidos, Londres, Mundo Árabe, etc.

Mas voltemos à questão, porque é que são necessárias e tão importantes entre nós as Obras de Rega?



Engº J. Pedro Torres

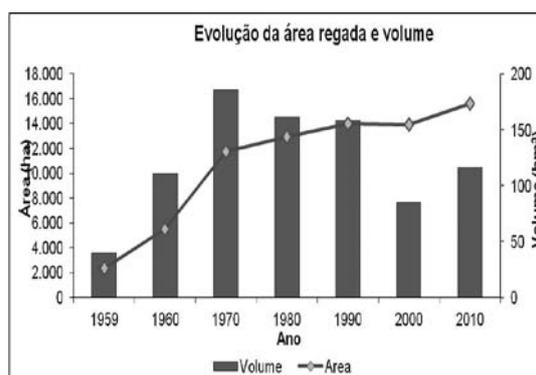
Analisando o esquema supra, verificamos que o período em que a temperatura permite o desenvolvimento das plantas coincide com o de maior escassez e disponibilidade de água no solo, devido ao longo período estival característico da região mediterrânica. Em Portugal, como em Espanha e outros países com ciclos hidrológicos semelhantes, nos dias de hoje, sem regadio não há agricultura viável – competitiva – para não me afastar dos termos modernos, e porque as tais ajudas não devem destinar-se, no essencial e na sua maior parte, à agricultura de subsistência ou de recreio (que sendo muito importantes e até fundamentais, estão fora do âmbito desta análise),

é por isso que tão importantes e indispensáveis são as Obras de Rega, para permitir e promover a viabilidade da agricultura que nos é tão fundamental.

Fala-se muito do abandono da agricultura em Portugal, de milhares de hectares de terras abandonadas, etc, sendo até por vezes tema de abertura de noticiários. O que é facto é que está enraizada no “conhecimento geral” da população, esta ideia de que em Portugal a agricultura é uma actividade de segunda, sempre de mão estendida e quase dispensável. São afirmações falsas e perigosas, deturpadoras de uma realidade bem diferente, que tentarei, pelo menos parcialmente, demonstrar ao longo desta comunicação.

Dito isto, e entrando directamente no tema que me foi destinado, ou seja, relacionar a Agronomia com a operação e gestão de Obras de Rega, vou ao mesmo tempo tentar fazer uma ligação com a prática agrícola, para vermos que de facto uma coisa e outra andam muito ligadas...

Em particular no caso dos regadios colectivos, estes abrangem de modo geral um amplo leque de situações. Variam as condições edáficas, são diferentes as dimensões e as formas da propriedade, o enquadramento social e económico das regiões para onde se projectam as Obras podem ser adversos à sua implementação, numa primeira abordagem, mas geralmente a apetência por uma melhor e mais fácil disponibilização de água transforma-se em elemento aglutinador e sempre num forte contributo para um novo foco de desenvolvimento, por vezes o primeiro.



Ora a Agronomia tem aqui uma palavra a dizer e um peso importante, pois na optimização do uso do recurso água, com elevada e desejável eficiência hidráulica e energética, o objectivo é sempre a produção de um ou mais produtos agrícolas, independentemente do seu destino, que pode ser o consumo humano, animal ou até energético – acredito que aproxima-se já para breve o cultivo de espécies florestais em regadio.

“Conquistar colheitas maiores e melhores, criar animais cada vez mais produtivos, tudo isto sem prejudicar o solo, pelo contrário, renovando-lhe vida, rejuvenescendo-o, e, por fim, garantir aos homens que trabalham na terra existência próspera e venturosa, tais são os fortes imperativos da agricultura actual!”

A. Câmara
*“Missão do Agrónomo”
em, Agronomia Lusitana (1944)*

A Engenharia Agronómica foi sempre muito abrangente, pelo menos entre nós, da Sociologia à Hidráulica, da Meteorologia ou da Matemática à Operação de Máquinas, da Gestão e da Economia à Botânica, da Microbiologia à Sanidade Vegetal, da Mecânica à Química, da Zoologia à Con-

tabilidade, da Pedologia à Topografia, etc, etc. É por isso importante que a Agronomia e os seus técnicos estejam ligados às Obras de Rega desde a sua concepção, e sempre que possível como primeiros responsáveis pela gestão dos respectivos empreendimentos.

Entender como se conjugam os diferentes factores numa determinada região é o primeiro dos assuntos a deverem ser profundamente estudados. E aqui, uma vez mais, a Agronomia é a primeira ciência a dever ser aplicada.

Como referi antes, mesmo nos empreendimentos pensados como não agrícolas, pelo menos na fase de concepção e até de projecto, seria bom haver sempre uma equipa agronómica, pois não é nunca de rejeitar ou desperdiçar, para além do enquadramento regional da obra, o possível aproveitamento por mais marginal que seja, do acesso a uma gota que possa potenciar uma qualquer agricultura. A agricultura é estratégica. Nas zonas florestais, por exemplo, quando se constroem barragens para fins de produção de energia, o regadio pode desempenhar uma função de protecção contra incêndios, e ao promover uma agricultura algo mais intensa pode promover também a fixação de gente, gente essa que se não tiver ali que fazer, migra para o mundo urbano, agravando ainda mais a já feroz concorrência que aí se intensifica .



É por isso importante que nenhum empreendimento hidráulico, mesmo quando à partida se pense que não irá ter uma componente agrícola directa, envolva desde a sua concepção a engenharia agronómica.

Enquanto que na década de 40 e seguintes, as barragens se destinavam primordialmente a assegurar quantidade, hoje, para além da sempre indispensável quantidade, embora o conceito, na minha perspectiva, tenha mudado, ganhou importância a questão da qualidade e da eficiência do seu uso, ou seja, a sua gestão. Recordemos que a água é um recurso natural não renovável, e por isso é cada vez maior a responsabilidade de que se reveste a forma como é conduzida a sua gestão e a sua utilização.

Vou agora dar ênfase a algumas questões que me parecem objectivas e demonstradoras da importância de uma bem sucedida implementação de uma Obra de Rega.



Trabalho no Vale do Sorraia há mais de 25 anos. Quando ali cheguei encontrei uma equipa motivada e motivadora. Uma casa com técnicos agrícolas conceituados e respeitados, cientes da responsabilidade do seu trabalho e do valor da Obra a seu cargo.



Homens de meter mãos à obra, capazes de levar por diante por exemplo o esvaziamento completo da Barragem do Maranhão em 1991, e sempre prontos a acompanharem a evolução de técnicas e materiais, e intervirem em horas difíceis.



Encontrei também um universo de agricultores competentes e lutadores, conhecedores da potencialidade e da importância da sua profissão e das suas terras, bem, que como ninguém preservam e valorizam de forma continuada e objectiva.

Desde o início do funcionamento da obra que o sector evoluía, não apenas em crescimento de área mas em técnicas e tecnologia e, talvez mais importante, em organização e instalação de outras actividades, como a indústria e os serviços. Ali estava o sector primário como promotor do secundário e do terciário, promovendo e sustentando o desenvolvimento regional integrado, criando valor e partilhando riqueza.



Não foi por acaso que nasceu dentro, e quando digo dentro é dentro mesmo, no próprio edifício e por vezes com as mesmas pessoas, a que foi a maior Cooperativa Agrícola do País durante décadas, e a Caixa de Crédito Agrícola Mútuo, uma das mais sólidas do sector. Não foi também por acaso que ali se instalou na década de 60 aquela que é talvez ainda hoje a maior fábrica de tomate da Europa, transformando produto considerado da melhor qualidade do Mundo. Já na

década de 90 nova indústria de implantou na região, à escala Nacional, a fábrica de açúcar de beterraba sacarina, projecto aniquilado pelas incongruências das políticas e não pelo desinteresse da cultura ou pela sua inviabilidade económica, cultural e industrial, muito pelo contrário, foi uma oportunidade deitada fora com enormes prejuízos reais e futuros para um sector tão importante. Mas novas figuras continuam a “nascer” na Obra, sendo a última a organização que gere o programa LEADER, ainda em funcionamento. Obra, agricultores e promotores, em evolução conjunta e permanente.



Foi no Sorraia, na Associação de Regantes, que se estreou na Península Ibérica a maior lança de uma escavadora hidráulica para limpeza e manutenção de taludes de cursos de água. Foi também a Associação do Sorraia que promoveu, seguindo o exemplo do Parque de Máquinas de Pegões da então DGHEA, a tecnologia laser nos nivelamentos agrícolas, que rapidamente se disseminaram pelo país. Foi a primeira organização não oficial a adquirir e demonstrar no terreno a potencialidade destes equipamentos, hoje vulgares.

Na Associação de Regantes existiu um gabinete de projectos para ajudar os agricultores a adaptarem os seus terrenos ao regadio, e ainda há menos de meia dúzia de anos atrás, com a “prata da casa” se concluiu um ambicioso projecto de emparcelamento envolvendo 120 agricultores em 480 hectares, modernizando e inovando.

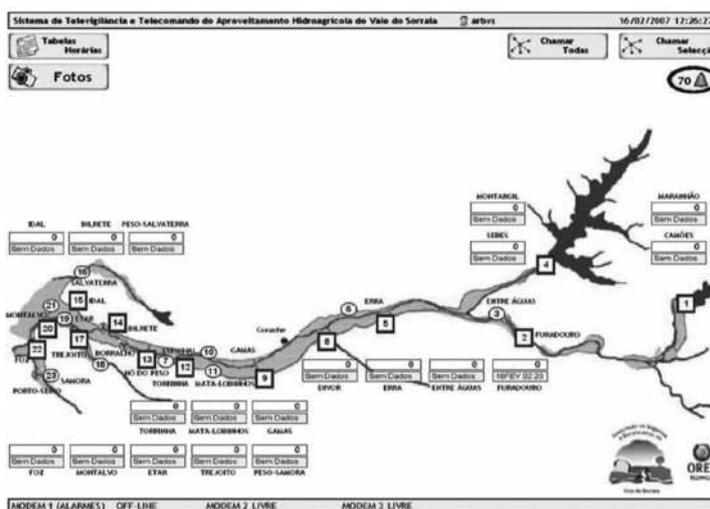
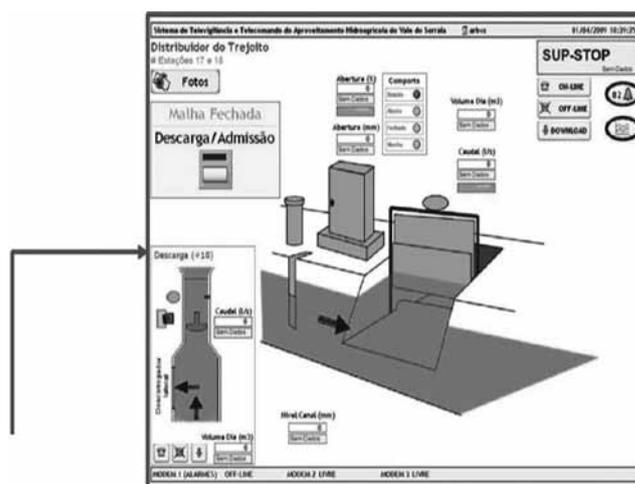


Todos estes casos são peças de um processo evolutivo, “a vida não pára”. A cooperativa hoje já não existe (sabemos da dificuldade do país em defender o cooperativismo) mas houve evolução

e por exemplo a concentração e comercialização da produção avançou para novas figuras organizacionais, dando origem a núcleos interessantes de empresas e de agrupamentos de produtores.



Os serviços da Associação também se expandiram e modernizaram, desde as tecnologias de informação à gestão propriamente dita, com recurso a ferramentas informáticas, à internet e à telegestão.



Ao nível dos agricultores as coisas também evoluíram, e de que maneira. Hoje há agricultores que da praia, ou de outro sitio qualquer, com o seu telemóvel controlam sistemas de rega e acompanham o estado da reserva hídrica no solo das suas parcelas.



Isto é a prova de que a Agronomia está sempre presente, e é fundamental que acompanhe de perto todos estes factores e sectores na gestão das Obras de Rega.

“A tecnologia é um instrumento ao serviço do Homem e o empreendedorismo a expressão da sua liberdade criativa posta ao serviço da inovação social.”

Diogo Vasconcelos
em “ Expresso” (9/8/2011)

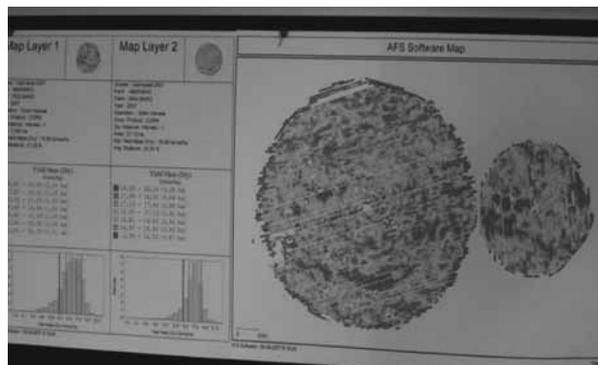
Acontece por vezes que a técnica nos ultrapassa, e há agricultores vanguardistas que anseiam por novas soluções, difíceis de pôr em prática através dos serviços prestados pela Obra de Rega em curto espaço de tempo. Mas é assim que se motiva o engenheiro e há que manter o esforço.

As tecnologias de informação são neste momento a nova fronteira. A evolução é permanente e a adaptação aos diferentes processos produtivos é cada vez mais diversificada. Ouvi com agrado há uns meses atrás o Presidente do ISA, Prof. Noéme, referir na Ordem dos Engenheiros exactamente isso, que o Instituto está a dar muita importância às tecnologias de informação. Tudo hoje, da produção à gestão passa pela informação.

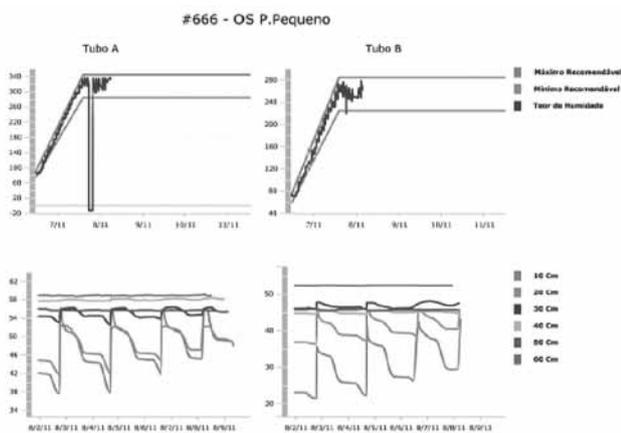
Vou aqui derivar um pouco a forma de abordar este assunto para, através de exemplos e de imagens, concretizar algumas situações.



Todos nós temos carta de condução, e por isso estamos automaticamente habilitados a conduzir um tractor. Mas será que estamos aptos para os manobrar? Vejamos como era um tractor há 20 anos atrás e comparemo-lo com um moderno “posto de comando” de um tractor actual. Computadores, joy stick multifunções, GPS para controlo e informação via satélite. Tudo pode ser medido, armazenado em memória, e passível de ser anterior ou posteriormente tratado. Veja-se por exemplo como é possível controlar a aplicação de pesticidas ou de adubo dentro de água, sem marcas, recorrendo ao satélite e sendo rigoroso na aplicação ao kg, ao cm ou ao litro.



E uma ceifeira debulhadora? Vejamos a “sala de controle”, algumas com frigorífico, o mesmo computador, GPS, etc. Uma moderna máquina como esta informa em tempo real a produção por ha, conjugando distância percorrida com largura de trabalho e fluxo de entrada do cereal no depósito, humidade, peso específico, e armazena em formato digital o mapa da produção na parcela que está a colher. Tudo isto serve para se tomarem decisões no futuro, após o tratamento agrónomico dos dados recolhidos.



Registam-se valores de reserva de água do solo dentro das linhas recomendáveis em ambas as locais monitorizadas. Desde 5 Agosto que as regas se reflectem em valores de reserva de água do solo crescentes, contudo esta tendência vai ao encontro do pretendido, uma vez que os consumos estimados para a semana a decorrer serão superiores aos da semana anterior.

Boletim das Necessidades Rega do Milho
Região Médio Tejo e Sorrala
Semana 04-07-2011 a 10-07-2011

Centro Operativo e de Tecnologia da Rega

Quantidade de água a aplicar semanalmente através do sistema de rega (mm)

Estação	Eto (mm)	P (mm)	Mês de monitorização											
			01-04-2011			15-04-2011			01-05-2011			15-05-2011		
			Aplicação	Gotas a Gotas	Gravidade	Aplicação	Gotas a Gotas	Gravidade	Aplicação	Gotas a Gotas	Gravidade	Aplicação	Gotas a Gotas	Gravidade
Alparça	35,2	0,0	37	51	76	37	51	76	35	49	73	45	37	55
Charneca	34,4	0,0	32	46	69	32	46	69	30	44	66	38	31	50
Órtiga	38,6	0,0	38	53	77	38	53	77	36	49	74	41	37	55
Alentejo	25,9	0,0	33	47	71	33	47	71	31	46	68	39	35	52
Alparça (Futuro)	33,9	0,0	31	45	68	31	45	68	29	44	65	37	31	50
Azaruadilha	40,0	0,0	40	53	80	40	53	80	38	51	77	43	38	57
Barrax	36,0	0,0	37	51	76	37	51	76	35	49	73	41	37	55
Cabeção	34,3	0,0	31	46	69	31	46	69	29	44	66	37	31	50
Carvalho	36,4	0,0	39	53	79	39	53	79	37	50	76	42	38	56
Cocui	43,5	0,0	43	58	87	43	58	87	42	56	84	47	42	62
Magos	38,3	0,0	38	51	77	38	51	77	35	49	74	42	37	56
Maranhão	41,2	0,0	42	55	82	42	55	82	39	53	79	44	39	59
Montargil	36,1	0,0	34	48	72	34	48	72	32	46	69	39	35	52

Nota:

(1) Informação disponibilizada em colaboração com a AGRIDEJO - União Agrícola do Norte do Tejo e a AMRV - Associação de Agricultores e Beneficiários do Vale do Sorrala.

(2) Caso não tenha havido precipitação na sua exploração, deverá acrescentar a precipitação referida no quadro. A dotação de rega a aplicar.

(3) Para efeitos dos cálculos das necessidades de água a aplicar foram considerados as seguintes eficiências de rega: Aplicação 80%, Gotas a Gotas 90% e Gravidade 60%. Em caso de dúvida, consulte na avaliação do sistema de rega.

(4) Eto - Evapotranspiração de referência (mm) / P - Precipitação ocorrida no período.

(5) Para o cálculo da quantidade de água a aplicar, considerou-se apenas 80% da precipitação ocorrida no período.

(6) Na determinação das necessidades em água, considerou-se um ciclo cultural com uma duração de 150 dias.

Comentários:

A dotação de rega recomendada a aplicar no milho sob condições óptimas é disponibilizada no quadro para a área de influência de cada estação meteorológica. O milho com data de sementeira entre 01 de Abril e 01 de Maio encontra-se na fase mais sensível em necessidades de água (fase intermédia - entre a floração e o início da maturação). Prevê-se continuação de tempo quente.

Serviço de Assistência à Gestão da Rega

Relatório 9 (2011-08-09)

Agricultor: [REDACTED]

FAX: [REDACTED]

Informação meteorológica

Precipitação últimos 7 dias:
0 mm

Previsão próximos 7 dias:
Prevêem-se temperaturas máximas de cerca de 35.ºC, até ao fim-de-semana, onde se prevê que desçam para os 30.ºC. As mínimas são encontradas entre os 15 - 20.ºC.

Parcela	Rega últ. 7 dias (mm)	Observações	Sugestão de rega próx. 7 dias
#666 - OS P. Pequeno	ERR0: área não definida	Registam-se valores de reserva de água do solo dentro das linhas recomendáveis em ambas as locais monitorizadas. Desde 5 Agosto que as regas se reflectem em valores de reserva de água do solo crescentes, contudo esta tendência vai ao encontro do pretendido, uma vez que os consumos estimados para a semana a decorrer serão superiores aos da semana anterior.	55 - 60 mm
#137 - OS F. Grande	ERR0: área não definida	No dia 5 Agosto, registaram-se valores de reserva de água do solo inferiores ao limite mínimo recomendável. A reserva de água do solo tem sido reposta com as regas consecutivas de 5/8, 6/8, 8/8. Como se pode confirmar através dos gráficos acima, as dotações aplicadas têm sido efectivamente consumidas. Na última das mesmas 5/8, 2/8 ou 4/8 regista valores crescentes. É necessário reforçar as dotações aplicadas durante esta semana.	60 mm

Outro exemplo, este ao nível da gestão da rega. É possível hoje às associações fornecerem elementos de gestão de rega aos seus agricultores. Uma sonda no terreno colhe dados sobre os níveis de armazenamento de água no solo a diferentes profundidades, consoante a cultura, e envia esses elementos aos regantes depois de trabalhados pelo técnico da associação, promovendo regas mais eficazes, menos uso de água, melhor equilíbrio ambiental. Também as estações meteorológicas digitais estão hoje já quase vulgarizadas, sendo possível à associação transmitir dados a centros de tratamento de dados e elaboração de recomendações de rega, dirigidos aos diferentes agrupamentos de produtores ou associações. No Sorraia, por exemplo, os dados recolhidos nas nossas estações são enviados para o COTR (Centro Operativo e Tecnológico do Regadio) que depois de trabalhados são enviados para a ANPROMIS (cultivadores de milho) ou para agrupamentos de produtores de tomate, etc.



E os agricultores não evoluíram apenas em aspectos produtivos. A evolução dá-se também ao nível das preocupações ambientais, como por exemplo na manutenção de galerias ripícolas, formação de banquetas para a prática da pesca lúdica ou desportiva, etc.

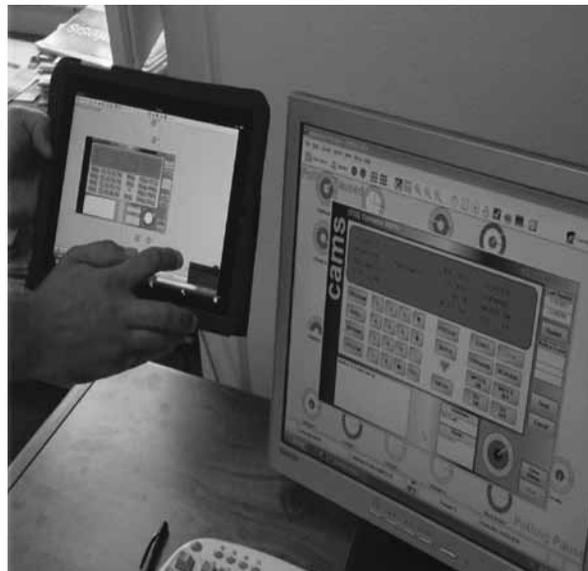


Limpeza do rio Sorraia respeitando galerias ripícolas e criando banquetas para pesca desportiva



Sob a A 10, na Lezíria de Vila Franca de Xira, existe uma ETAR que recolhe as águas pluviais caídas no tabuleiro da denominada Ponte da Lezíria, as quais só são descarregadas no sistema de valas após o respectivo tratamento e separação de hidrocarbonetos, resíduos de borracha, metais pesados, etc. Tratou-se de uma exigência dos Agricultores, conscientes da importância da qualidade da água na rega das culturas praticadas na região, bem como da poluição dos solos e aquíferos.

Um último exemplo.



Neste escritório de um agricultor situado em Santarém, faz-se a gestão de diversos pivots à distância. Os pivots que se vêem no computador estão algures no Ribatejo e no Alentejo, e pelas cores sabe-se se estão a trabalhar, se estão parados, etc. Os pivots que estão no Tablet, estão na Roménia. Com um simples clique traz-se virtualmente o quadro de cada um dos pivots para o posto de trabalho, e tudo pode ser feito à distância via internet ou GSM.

É esta conjugação de tecnologia que a agronomia tem de dominar para se manter na vanguarda da gestão. Hoje, tudo passa pela informação.

Chegados a este ponto creio ter já abordado com suficiente detalhe, embora muito fique obviamente por dizer, os muitos porquês da importância da Agronomia e da sua ligação com a gestão de Obras de Rega. Suscita-me colocar uma nova pergunta:

Pode uma Obra de Rega ser gerida por um não Agrónomo? Pode, mas não é a mesma coisa!!!

Ao terminar esta reflexão não posso perder a oportunidade para abordar duas ou três questões que reputo da maior importância.

Referi no início que a Agronomia deve fazer parte dos processos decisivos. Ora, nos últimos tempos, nem sempre tem sido assim. Veja-se o que se passou com a implementação da nova Lei da Água. Não é aqui o momento para fazer um balanço e menos ainda a oportunidade para discutir o assunto em detalhe, mas houve, na minha opinião, um défice de participação por parte da Agronomia, por exemplo na questão da definição de conceitos, donde destaco o de Utilizador-Pagador. Se de facto a Agricultura, em especial o regadio, fosse verdadeiramente considerado um sector estratégico, o conceito de utilizador-pagador teria de ter um sentido diferente caso se trate de um uso agrícola ou de outra natureza. O mesmo se passou no caso do Regime Económico-Financeiro, de onde sobressai a injusta, inoportuna e desmotivadora Taxa dos Recursos Hídricos, a TRH, lançada em absoluto desalinhamento com os países colegas da Região Mediterrânica.

Mais, como foi possível o sector ter deixado que se atribua um preço à água? A água, como elemento fundamental à vida, tem um valor incalculável. Daí a atribuir-se-lhe um preço vai um universo de discussão, e essa ficou por fazer. Preço e custo, tem, e deve ter, o serviço associado à distribuição e à utilização do recurso, isso sim, mas atribuir um preço ao elemento... ah, isso é mera especulação política e a Agronomia não esteve à altura de defender o seu sector de excelência.

E o coeficiente de escassez? Na minha opinião, e até que me convençam que estou errado, o coeficiente está a funcionar ao contrário. Um agricultor que dispõe parte do seu terreno para o transformar numa reserva de água, investe os seus recursos e constrói uma barragem que vai permitir armazenar um bem que nos é fundamental a todos nós pelas razões já abordadas, e no final é "castigado" com a aplicação de um coeficiente de escassez? Deveria ser o contrário! A haver um coeficiente deveria de ser incentivante, nunca penalizante, como de facto é!

Uma última palavra sobre o muito que há a fazer. Abordei aqui a evolução das técnicas e do sector agrícola ao longo dos últimos tempos. O próprio Estado teve uma palavra a dizer na sua função de impulsionador do conhecimento, e criou centros de investigação e desenvolvimento ligados ao sector. Perto de Coruche temos a múmia (perdoem-me a violência das palavras), do ex-Posto de Culturas Regadas. Numa época em que a velocidade da evolução não se compadece com imobilismo, e em que é grande e permanente a necessidade de se encontrarem alternativas, novas culturas, novos métodos, o que fazer ao valiosíssimo património que o Estado ali tem em confrangedor abandono? Não será uma prova da falta de reconhecimento de que a agricultura é um sector estratégico? Será que os agricultores, através das suas organizações, de mãos dadas com a Agronomia, não poderiam hoje "agarrar" aquele Centro e aquele espaço? **O mais difícil de obter está lá, que é a terra e a água.....**

"A Agricultura, a gata borralheira dos tempos passados, vai passar a vedeta principal do drama económico de amanhã!"

A. Câmara
em "Missão do Agrónomo" (1944)

“We are what we share.”

Charles Leadbeater

Deixo aqui estes últimos comentários, não como uma provocação, obviamente, mas como um estímulo e uma manifestação de inconformismo.

LNEC, 14 de Outubro de 2011



AS COMUNICAÇÕES

Às Jornadas Técnicas sobre “A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas” foram apresentadas 39, comunicações, tendo todas elas sido objecto de apresentação oral e de discussão.

A sua apresentação foi então organizada, tal como já acima referido, de acordo com os 7 grandes “temas” das Jornadas, sendo que igual organização foi retida para a sua inserção neste livro.

Dado o volume resultante das comunicações presentes optou-se por as apresentar em separado, constituindo pois o Segundo Volume deste livro.



OS POSTERS

ÍNDICE DOS POSTERS APRESENTADOS

Tema 1 - OS GRANDES APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

- Aproveitamento Hidroagrícola Veiga de Chaves
Intervenção para garantia de futuro 197
Francisco Rodrigues Alves

Tema 2 - O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Os Sub-sistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

- Contribuições para a Sustentabilidade do Subsistema Ardila 199
J. Vazquez, J. C. Miranda, M. Cabral, R. Batista
- Bloco de Rega do Pisão. Carta de engenharia e obra..... 201
Alexandra Braga de Carvalho, Sandra Cardoso, Isabel Grazina
- Informação de Cadastro no SIG Como Suporte ao projecto
e empreitada no EFMA..... 203
Duarte Carreira, Rosário Costa

Tema 3 - ORIGENS DE ÁGUA. BARRAGENS E REDE PRIMÁRIA

- Melhoria da segurança de barragens em aproveitamentos hidroagrícolas 205
A Campeã da Mota, Alberto Freitas
- Sistema de filtração da água de rega com filtros de baixa pressão
no Bloco da Capinha – Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira 207
Vítor Candeias, Eduardo Gomes, A Campeã da Mota
- Intervenções de requalificação na Albufeira do Enxoé.
Melhoria da qualidade da água armazenada 209
David Catita, Manuela Ruivo, Jorge Vazquez

Tema 4 - ESTAÇÕES DE BOMBAGEM E MINI-HÍDRICAS

- As Estações Elevatórias da Ligação Pisão-Beja 211
Alexandra Carvalho, Carlos Gaspar

Tema 5 - REDES DE REGA E DRENAGEM

- Pormenor Construtivo da Ligação Entre o Aterro
do Núcleo e a Galeria da Barragem de Veiros 213
António Marcelo Correia, Paulo Lourenço
- Bloco de Rega do Pisão. Reabilitação de linhas de água 215
Luísa Pinto, Helena Barbosa, José Perdigão

Tema 6 - CONSTRUÇÃO, REABILITAÇÃO E MODERNIZAÇÃO

- A Estação de bombagem e a tomada de água do Conchoso: O complexo vital da Lezíria 217
António Mota, José Prudente
- Barragem da Laje – Sítio Torre Velha 3. Um caso de Articulação entre a Arqueologia preventiva e a empreitada 219
Luísa Pinto, Miguel Martinho, Paulo Marques, V. Canhão
- Aproveitamento hidroagrícola de Minutos. Barragem dos Minutos. Medidas de Minimização Ambiental 221
M. Conceição Jacob, Pedro Teixeira
- Aproveitamento hidroagrícola de Sabariz-Cabanelas. Modernização no Entre-Douro-e-Minho 223
M. Graça Mota
- Aspectos Técnicos e Construtivos Associados à Execução de Reservatórios Revestidos com Geomembrana 225
Isabel Grazina, Dora Amador

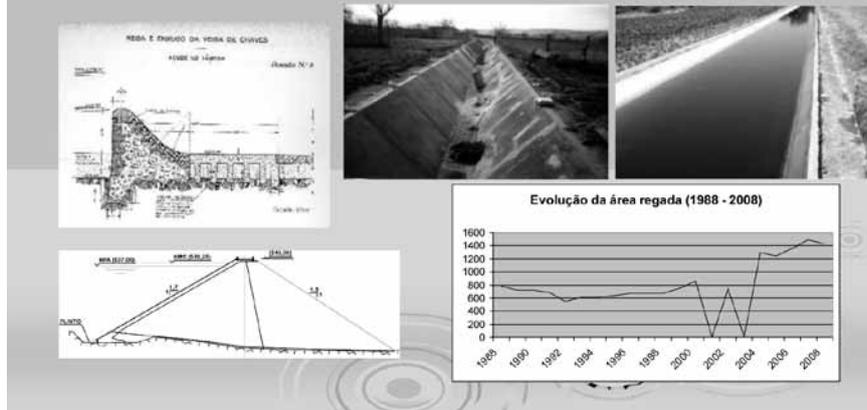
Tema 7 - EXPLORAÇÃO

- Gestão da Rede Primária do EFMA – Manutenção do Regime de Caudais Ecológicos. O Caso do Sistema Alqueva-Pedrogão 227
Manuela Ruivo, Martinho Murteira, Ana Ilhéu
- Redes de Monitorização da Rede Primária do EFMA 229
Manuela Ruivo, Martinho Murteira, Ana Ilhéu
- Gestão das Albufeiras integradas no EFMA 231
David Catita, Manuela Ruivo, Ana Ilhéu
- Acompanhamento e Integração de Captações Directas de Água para Rega em Albufeiras. Aspectos técnicos, económicos e ambientais no caso do Sistema Alqueva-Pedrogão 233
Ana Ilhéu, David Catita, Margarida Brito

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA VEIGA DE CHAVES Intervenção para garantia de futuro

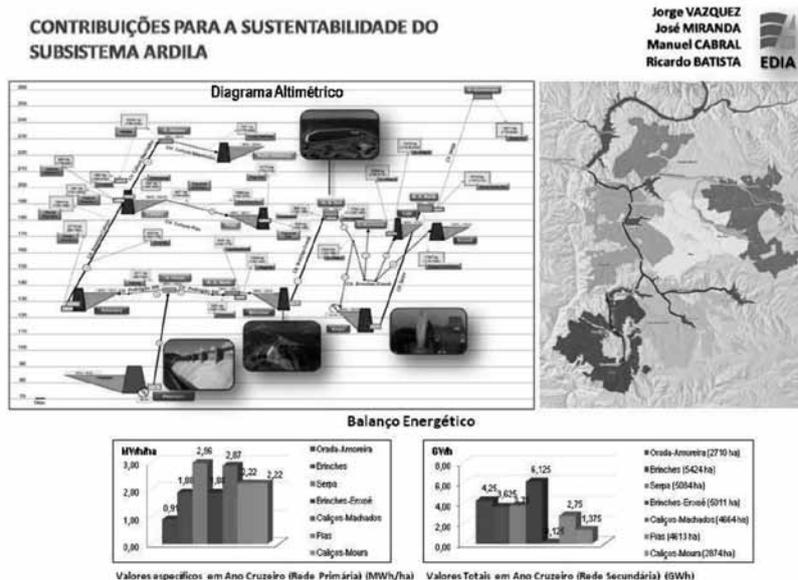
Francisco RODRIGUES ALVES, Eng.º Agrónomo, DRAPNorte, rodriguesalves@drapn.min-agricultura.pt

Os melhoramentos levados a efeito foram de vital importância para a sobrevivência deste histórico perímetro de rega, assegurando as condições necessárias à continuidade deste importante polo de desenvolvimento regional assente numa agricultura de futuro.



Obra nº. 9 do Plano da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola

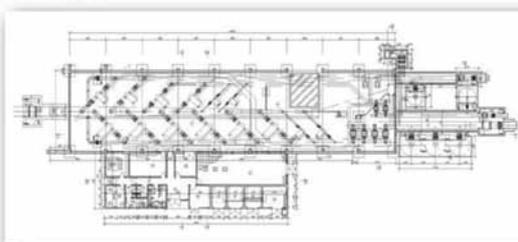
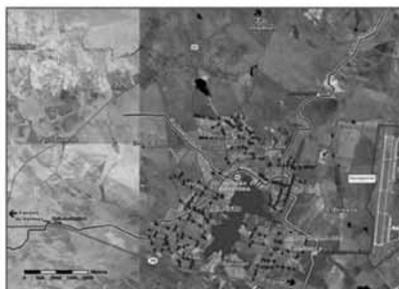
- Trata-se da única obra na Bacia do Douro
- Baseada nos caudais estivais desviados do rio Tâmega, o que curiosamente justificou que o Projecto contemplasse o tratamento de esgotos da cidade.
- Tendo atingido a vida útil foi objecto de uma modernização que incluiu uma nova origem de água (barragem de Arcossó), o que permitiu garantir a continuidade do Aproveitamento.



Os estudos efectuados visaram obter um melhor aproveitamento dos recursos hídricos endógenos da área abrangida e a optimização da exploração das diversas albufeiras e dos diversos órgãos de adução e infra-estruturas de elevação, que integram o sistema. A versatilidade do sistema melhorou a qualidade e a fiabilidade do serviço prestado.

**BLOCO DE REGA DO PISÃO
CARTA DE ENGENHARIA E OBRA**

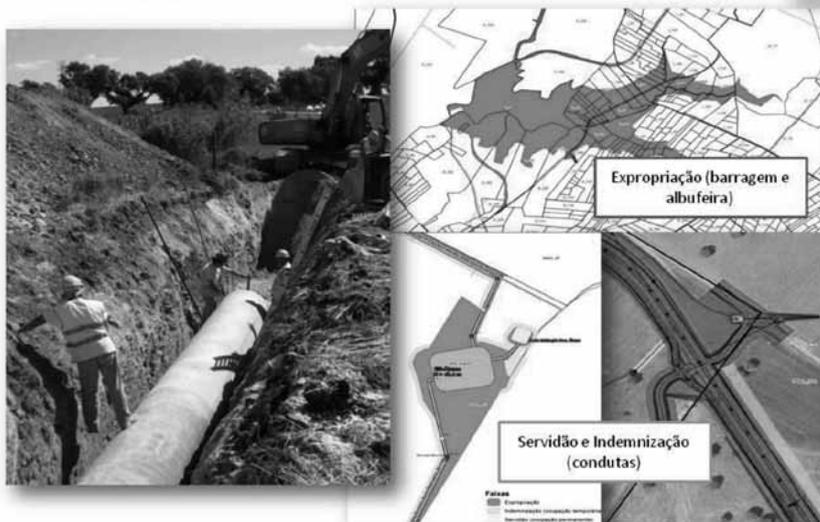
Alexandra CARVALHO
Sandra CARDOSO
Isabel GRAZINA
EDIA



O bloco do Pisão beneficia uma área de 2588 ha que se distribuem por 3 sub-blocos de rega na envolvente de dois aglomerados populacionais, a cotas altas, em que houve a preocupação de infra-estruturar com alta pressão, para permitir a fácil e económica exploração das pequenas propriedades aí existentes, facilitando a fixação das populações, contribuindo para o ordenamento sustentável do território, mas com custos unitários de beneficiação elevados.

**INFORMAÇÃO DE CADASTRO NO SIG COMO SUPOORTE
AO PROJECTO E EMPREITADA**

Duarte CARREIRA
Rosário COSTA
EDIA



Este trabalho apresenta o ciclo de tarefas desempenhadas pelo SIG da EDIA associadas à actividade de disponibilização de terrenos, expropriações e indemnizações, que antecedem a construção de infra-estruturas do EFMA, que se inicia na interacção com o projectista na definição de traçados e de faixas de ónus, passando pelo ajuste final em fase de obra, e que termina na aquisição

ou indemnização dos terrenos necessários, descrevendo, também, resumidamente, a aplicação web desenvolvida pela empresa para suporte a estas acções.

MELHORIA DA SEGURANÇA DE BARRAGENS EM APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

António CAMPEÃ DA MOTA, Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 3, 1900-002 Lisboa, cmota@dgadr.pt
Alberto F. FREITAS, Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, Lisboa, afreitas@dgadr.pt

Implementação de acções que permitam, não só adequar convenientemente as barragens ao Regulamento de Segurança em vigor, como igualmente, restabelecer a operacionalidade de todos os seus orgãos, criando condições para que a gestão por parte dos actuais Donos de Obra seja feita de forma plena e efectiva.



Tendo por base um relatório elaborado pelo INAG, os técnicos da DGADR visitaram barragens hidroagrícolas (Grupo II e III) desde Gostei em Bragança, até à Bravura no Algarve, identificando as necessidades de intervenção em cerca de 37 barragens incluindo 8 das DRAP.

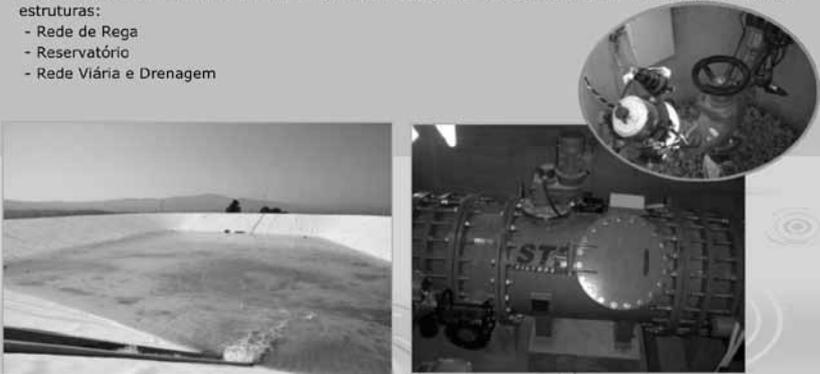
O poster pretende apresentar as principais intervenções a realizar no âmbito do presente Quadro Comunitário.

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA
Sistema de Filtração da Água de Rega com Filtros de Baixa Pressão no Bloco da Capinha

Vitor CANDEIAS, Eng.º Agrícola, DGADR - Av. Afonso Costa, n.º 3 - 1949-002 Lisboa, vcandelias@dgadr.pt
Eduardo GOMES, Eng.º Civil, DGADR - Av. Afonso Costa, n.º 3 - 1949-002 Lisboa, egomes@dgadr.pt
António CAMPEÃ DA MOTA, Eng.º Agrónomo, DGADR - Av. Afonso Costa, n.º 3 - 1949-002 Lisboa, cmota@dgadr.pt

Bloco de rega da Capinha vai beneficiar 864 ha de regadio, tendo a obra englobado as seguintes infra-estruturas:

- Rede de Rega
- Reservatório
- Rede Viária e Drenagem



Este poster pretende dar a conhecer uma solução inovadora no âmbito dos sistemas de filtração, adoptada no Bloco Capinha (864 ha recentemente concluídos).

Solução standard origem de água: reservatório com tamisador com filtração de 1,5 mm

Solução adaptada: 2 filtros de malha de baixa pressão DN 800 instalados fora da zona do aterro do reservatório (5 m de carga)

Diminuição de cerca de 60% do volume de betão na tomada de água.

INTERVENÇÕES DE MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA ALBUFEIRA DO ENXOÉ E MONITORIZAÇÃO

David CATITA
Manuela RUIVO
Jorge VAZQUEZ
EDIA



O poster pretende resumir o conjunto de acções realizadas pela EDIA, com o objectivo de reforçar a capacidade de armazenamento da albufeira, atenuar os efeitos do excesso de biomassa na massa de água, reduzir as causas da degradação da qualidade da água, na envolvente directa e na bacia e melhorar a qualidade da água bruta utilizada no abastecimento público dos concelhos de Serpa e Mértola.

AS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DA LIGAÇÃO PISÃO - BEJA

Alexandra CARVALHO
Carlos GASPAR
EDIA

Soluções adoptadas para as EE das Redes Primária e Secundária

Optimização da Rede

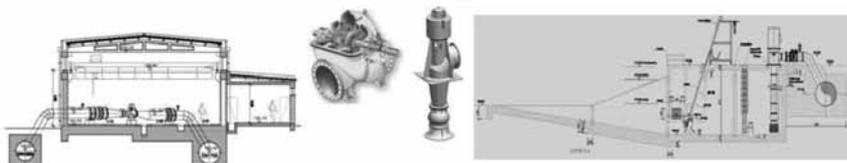


Eficiência Energética

Actividade	Estimativa
Transporte e Distribuição	94 a 97%
Transformação	97 a 99%
Conversão de Frequência	96 a 98%
Accionamento Eléctrico	94 a 98%
Bombas Centrifugas	80 a 90%
Supervisão	

Eficiência Energética
 Melhorar sempre a eficiência energética e os controlos.
 Produção de energia eléctrica através de painéis solares em Portugal são alternativos de alta eficiência de energia.
 Computadores de gestão centralizada dos dados.
 Algoritmos de dados locais para a eficiência.

Tipologia de Sistemas de Bombeamento



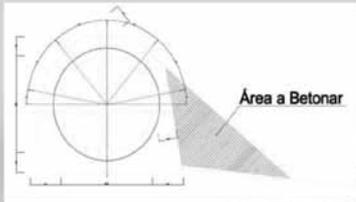
A comunicação pretende ser uma “visita guiada” a alguns aspectos mais relevantes das estações elevatórias da Ligação Pisão-Beja, actualmente em fase avançada de construção, começando-se por caracterizar a área a beneficiar e o circuito hidráulico respectivo e, após algumas notas genéricas sobre estações elevatórias, fazendo-se o tratamento individualizado e mais desenvolvido de cada uma das três estações em equação

BARRAGEM DE VEIROS
Pormenor Construtivo Na Ligação Entre o Aterro do Núcleo e a Galeria

António MARCELO CORREIA, Eng.º Civil, Oikos Construções S.A, Prç. da Viscondessa dos Olivais, 10, Sta Mª dos Olivais 1800-379 Lisboa
Paulo LOURENÇO, Eng.º civil Oikos Construções S.A, Prç. da Viscondessa dos Olivais, 10, Sta Mª dos Olivais 1800-379 Lisboa

Barragem de terra com perfil tipo zonado, com uma altura máxima acima da fundação de 32,50 m e um coroamento com um comprimento de 150 m. Engloba as seguintes estruturas de segurança e órgãos de manobra:

- Torre com 2,5 m de diâmetro para a tomada de água
- Descarga de fundo e conduta com 1,00 m de diâmetro em galeria com cerca de 141,00 m de comprimento
- Descarregador de cheias com soleira tipo labirinto, seguido de canal com “slit bucket”
- Comportas e válvula de jato oco



Veiros é um pequeno aproveitamento no Concelho de Estremoz (1114 ha)

A barragem integrada no Plano de Valorização do Alentejo, tinha sido já identificada como uma necessidade no último quartel do séc. XIX.

Da responsabilidade da DGADR a barragem encontra-se em construção em fase de fecho do rolhão.

Com características apresentadas no slide.

A comunicação dá conta de um importante pormenor construtivo que faz recurso a uma cunha de betão na zona do núcleo atravessado pela galeria, superando assim as dificuldades de compactação dessa zona.



A reabilitação de linhas de água no Bloco de Rega do Pisão surge como medida de mitigação de impactes preconizada no Estudo de Impacte Ambiental (EIA), e na respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projeto referido. Esta medida ambiental implementada em 15 linhas de água (com cerca de 13 Km de extensão), traduz-se na concretização de objetivos muito específicos que passam sobretudo pelo controlo do input de nutrientes no meio hídrico, estabilização das margens, atenuação de cheias, criação e melhoria de habitats para espécies aquáticas e ribeirinhas.



Foca o papel benéfico da drenagem subsuperficial no caso particular da Lezíria e o modo de aplicação dos cerca de 400 Km de drenos aplicados com recurso a trenchless.

A ESTAÇÃO DE BOMBAGEM E A TOMADA DE ÁGUA DO CONCHOSO: O Complexo Vital da Lezíria

António CANPEÃ DA MOTA, Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 3, 1900-002 Lisboa, cmota@dgadr.pt
José PRUDENTE, Eng.º Civil, DGADR, Av. Afonso Costa, 3, 1900-002 Lisboa, jprudente@dgadr.pt

Presentemente a área total regada (Lezíria Norte e Lezíria Sul) atinge cerca de 9 000 hectares devido ao funcionamento do complexo do Conchoso que ultrapassou as dificuldades de adução de água de boa qualidade, e em quantidade suficiente, bem como os problemas de drenagem e de salinidade dos solos.



- A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é uma zona de cotas baixas sujeita a cheias no Inverno e com má qualidade de água para rega das culturas de Primavera Verão.
- O projecto assentou na separação das redes de rega e enxugo.
- Projectou-se o complexo do Conchoso em derivação, tomada de água e estação de bombagem com dupla função: rega (Blocos I e II) e enxugo para complemento do Ruivo.

A comunicação pretende dar relevo ao processo construtivo (estacas de betão c/ 40 m) e ao funcionamento da estação para o enxugo.

BARRAGEM DA LAJE – SITIO TORRE VELHA 3. UM CASO DE ARTICULAÇÃO ENTRE A ARQUEOLOGIA PREVENTIVA E A EMPREITADA

- Identificação de 400 estruturas arqueológicas na área de implantação da Barragem
- Ocupação no Bronze Pleno (meados do II Milénio a.C.)
- Ocupação durante o período Tardo - Romano (séc. V-VIII d.C.)

A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas: actualidade e desafios futuros

Luísa Pinto
Miguel Martinho
Paulo Marques
Valdemar Canhão

EDIA

A minimização de impactes, em fase prévia à obra, efetuada na área onde foi planeado implantar a Barragem da Laje permitiu identificar cerca de 400 estruturas arqueológicas balizadas no Bronze Pleno (séc. XV-XIV a.C.) e em época Alto Medieval (Séc. V-VIII d.C.).

A dimensão e a complexidade dos contextos arqueológicos motivaram uma adequação da estratégia de intervenção arqueológica e a sua articulação com o planeamento da obra, de modo a minimizar possíveis constrangimentos ao normal desenvolvimento da empreitada.

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE MINUTOS
BARRAGEM DOS MINUTOS
Medidas de Minimização Ambiental

M. Conceição JACOB, Eng.ª Agrónoma, DGADR, Av. Afonso Costa, n.º 3, 1949-002 Lisboa, cjacob@dgadr.pt
Pedro TEIXEIRA, Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa n.º 3, 1949-002 Lisboa, pteixeira@dgadr.pt

Entre as condições especiais a cumprir assumem especial relevo pelo volume de trabalho, carácter pioneiro e encargo associado as seguintes:

- Florestação de 500 ha de sobre e azinho como compensação do impacte sobre o património forestal
- Estudos Arqueológicos
- Gestão e Manutenção de Habitats e Recuperação Paisagística
- Monitorização da Qualidade da Água e estabelecimento do estado de referência



Com um coroamento de cerca de 1300 m e altura de 36 a Barragem dos Minutos cria uma albufeira de 5,2 km²

- Não é assim de estranhar que numa zona como é o Alentejo tenha produzido alguns impactos que necessariamente tiveram de ser minimizados:
- Impacto Florestal: plantação de 500 ha de novos povoamentos
- Impacto Arqueológico: 97 sítios arqueológicos
- Gestão e compensação de habitats (galerias , soleiras nas linhas de água para retenção ...)
- Monitorização Ambiental

Custos associados: > 4,2 M euros

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE SABARIZ - CABANELAS Modernização no Entre-Douro-e-Minho

M. Graça MOTA, Eng.ª Agrónoma, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, n.º 3 Lisboa, gmota@dgadr.pt

A intervenção proposta que mereceu o acordo da Junta de Agricultores, permitirá reactivar um regadio muito desejado pelos beneficiários invertendo a situação de decadência vivida nas duas últimas décadas numa zona com grande apetência e tradição de rega.



Pequeno aproveitamento da responsabilidade dos Serviços Hidráulicos mas que incluía a intervenção da Junta de Colonização Interna para o emparcelamento.

Origem de água num açude no rio Homem.

- Esteve em auto gestão desde 1974 e foram os regantes que solicitaram a intervenção da DGADR.
- O novo projecto prevê a captação a partir do rio Cávado com recurso a estação de bombagem.

ASPECTOS TÉCNICOS E CONSTRUTIVOS ASSOCIADOS À EXECUÇÃO DE RESERVATÓRIOS COM GEOMEMBRANA

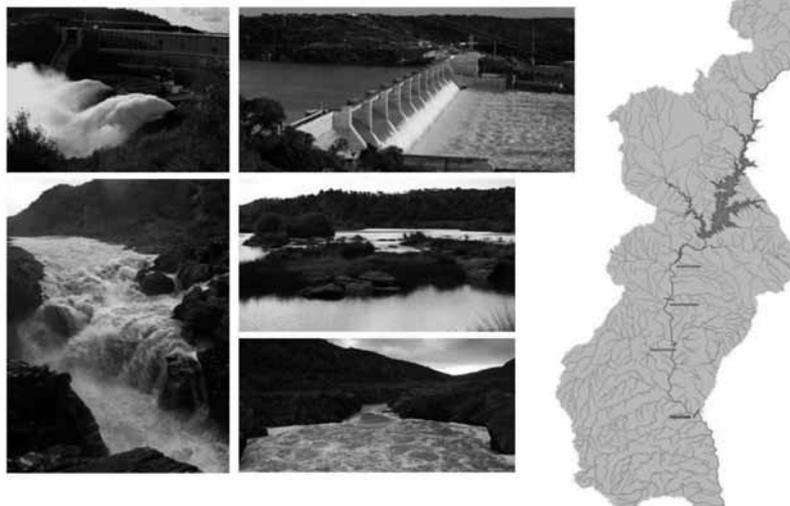
Isabel GRAZINA
Dora AMADOR
EDIA



No Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, a ponderação das questões de optimização hidráulica e de eficiência do regadio levaram à inclusão de um número importante de reservatórios com geomembrana, quer nos circuitos primários, quer nos circuitos secundários, frequentemente associados a estações elevatórias, cumprindo funções de armazenamento/ regularização/ derivação.

GESTÃO DA REDE PRIMÁRIA DO EFMA – MANUTENÇÃO DO REGIME DE CAUDAIS ECOLÓGICOS . O CASO DO SISTEMA ALQUEVA-PEDRÓGÃO

Manuela RUIVO
Martinho MURTEIRA
Ana ILHÉU EDIA



O regime de caudais ecológicos estabelecido para o sistema Alqueva-Pedrógão visa minimizar os potenciais impactes resultantes da exploração destas barragens, assegurando a manutenção das condições ecológicas do estuário do rio Guadiana. Através do presente Poster pretende-se dar a conhecer a metodologia de cálculo e controlo do regime de caudais estabelecido, realizando-se uma breve análise das situações de incumprimento.

REDES DE MONITORIZAÇÃO DA REDE PRIMÁRIA DO EFMA

Manuela RUIVO
Martinho MURTEIRA
Ana ILHÉU EDIA



A evolução do EFMA tornou pertinente a definição de um programa de monitorização que considera-se as diferentes infraestruturas como uma unidade e ponderasse as competências e obrigações atribuídas à EDIA no âmbito da gestão e exploração do EFMA. Através do presente Poster pretende-se dar a conhecer os objetivos gerais do programa de monitorização da EDIA e identificar as principais premissas que estiveram na base das opções tomadas.



O poster pretende resumir as acções de preparação e gestão desenvolvidas pela EDIA, em cada albufeira integrada no EFMA, nomeadamente a selagens de poços e furos, remoção de resíduos e biomassa, desmantelamento e demolição de construções, desmatação, desarborização e sinalização de segurança nas margens e no plano de água, com vista à eliminação de factores de degradação da qualidade da água e criação de condições de segurança para a utilização futura das albufeiras.



A implementação de captações de água para rega, directamente do Sistema Primário do EFMA, implicou o desenvolvimento de um conjunto de procedimentos de controlo técnico, económico e ambiental, pela EDIA, associado à atribuição de títulos de utilização privativa do DPH do EFMA e fiscalização do exercício por terceiros, desses mesmos direitos, através de equipas de campo, visando a utilização racional dos recursos concessionados.

CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DA IDANHA



OBRA N.º 6
Rego da Companhia de Idanha
Enrocamento da fundação da barragem de Pened



OBRA N.º 8
Rego da Companhia de Idanha
Transporte dos produtos de armamento da barragem de Pened



OBRA N.º 8
Rego da Companhia de Idanha
Escavação na entrada do descompartido de superfície



OBRA N.º 8
Rego da Companhia de Idanha
Abertura do descompartido de superfície

Por último referência ao poster institucional apresentado fora de comunicação, pelo INAG e por convite da Comissão Organizadora e que aborda o aspecto histórico da construção atribuída da barragem da Idanha (obra n.º. 8) que culminou com a sua inauguração há 60 anos.

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA VEIGA DE CHAVES

Intervenção para garantia de futuro

ALVES, Francisco Rodrigues¹

O perímetro hidroagrícola do Vale de Chaves localiza-se no Norte do país, junto daquela cidade. Beneficia presentemente uma área de 1658 ha, (dados de 2010) dividida em 2 blocos, o I com uma área de 976 ha, o II com 682 ha ambos situados na margem esquerda do rio Tâmega, desenvolvendo-se praticamente desde a fronteira com Espanha até 3 km a Sul de Chaves. São beneficiadas as freguesias de Vila Verde da Raia, Santo Estêvão, Outeiro Seco, Faiões, Eiras Santa Cruz, Madalena (Chaves), Vilar de Nantes, Samaiões e Paradela de Veiga. O nº de beneficiários total é de 2388 sendo 140 a título precário.

O perímetro inicial (hoje denominado bloco I com 976 ha) beneficiava então 1100 ha, sendo o projecto elaborado pela Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola em 1936. Em 1947 entra em exploração e em 1948 é entregue à Associação de Regantes e Beneficiários da Veiga de Chaves (presentemente tem 2246 associados).

A estrutura da propriedade do vale é, como em todo o Trás os Montes caracterizada pela mini-fúndio. A título meramente informativo, no bloco I em 1986 existiam 117 explorações com áreas até 0,5 ha, 330 com área entre 0,5-1 ha. Só 7 explorações tinham entre 20-50 ha e só uma exploração com 70 ha.

A derivação do caudal necessário para abastecimento do regadio faz-se por um açude de derivação galgável, construído no rio Tâmega. Tem uma altura máxima acima da fundação de 5,76 m com um desenvolvimento da crista de 232 m.

A rede primária é constituída por um canal condutor geral com 11430 m de comprimento que se desenvolve ao longo do vale, com um perfil trapezoidal com 1m de largura de rasto e 1,6 m de altura total e uma inclinação das espaldas de 1:1, tendo sido projectado para transportar um caudal de 1,1 m³/s (horário de rega de 24/24h).

Com o intuito de reforçar o caudal do canal existia uma estação elevatória com uma capacidade de 601/s, que foi destruída pelas cheias do rio Tâmega.

A rede secundária era constituída por 28 regadeiras com um comprimento total de 61550 m, sendo 31550m em conduta enterrada e 30000 m em caleira de secção rectangular pré fabricada.

A rede de drenagem é praticamente inexistente, limitando-se às linhas de água naturais e algumas valas que cruzam o vale.

Nos finais da década de 70, início de 80 a DRATM, no âmbito da política que adoptou para incremento do regadio, consciente da importância do vale de Chaves e dos problemas que apresentava, como falta de água na origem, grandes perdas no transporte da água, complexa distribuição, e uma muito cara manutenção, factores que originam uma gestão muito difícil, procedeu a estudos no sentido de modernizar o perímetro existente e se possível aumentar a área regada.

¹ Eng^o Agrónomo, DRAPNorte, rodriguesalves@drapn.min-agricultura.pt

Na sequência desses estudos e no âmbito dos vários programas de desenvolvimento, como o PDRITM, o PEDAP, PAMAF e AGRIS, foram executados os projectos de modernização e reabilitação do perímetro existente (bloco I) e aumento da área regada (bloco II).

Assim, no bloco I, as obras constaram essencialmente na recuperação e impermeabilização com membrana de PVC do canal adutor principal (11450 m). A rede secundária foi praticamente anulada e substituída por regadeiras constituídas por tubagem de PEAD, totalmente enterrada (65000m). Também foi substituído todo o sistema de regulação e partição (comportas e módulos).

A água é fornecida gravitacionalmente sem pressão.

Para satisfazer as necessidades em água dos blocos I e II recorreu-se à construção da barragem de Arcossó, que, tem as seguintes características:

Aterro de enrocamento com cortina de impermeabilização em betão a montante

Volume de aterro 386 620 m³;

Altura acima da fundação 40 m;

Comprimento de coroamento 315 m;

Volume armazenado ao NPA 4876000 m³;

Como a barragem está à cota 500m e o perímetro tem uma cota média dos cerca de 350m foi necessário, recorrer à instalação de equipamento de regulação de pressão. Como é evidente a água neste bloco II é fornecida aos agricultores com pressão (5kg/cm²), que permite a utilização de outros métodos de rega como a aspersão ou a gota a gota métodos que não podem ser utilizados no bloco I. O projecto previa a instalação de uma mini hídrica para a produção de energia.

A conduta adutora principal destina-se a transportar um caudal de 900 l/s de reforço ao bloco I e 650 l/s para a rega do bloco II, e é constituída por tubagem de FFD e PEAD com um comprimento total de 12000 m tendo no início um diâmetro 1000 mm e no troço final 400 mm.

A rede secundária é constituída por 33 regadeiras em tubo de PEAD com um comprimento total de 23000 m. A distribuição é feita por 117 hidrantes que permitem regular a pressão e caudal que cada agricultor necessita.

Em conclusão, as obras de reabilitação e as novas infra-estruturas com que se dotou o perímetro permitiram:

Uma maior disponibilidade de água;

Melhoria da eficiência no transporte e distribuição;

Aumento da área regada;

Diversificação das culturas com um incremento do milho forragem;

Melhor e mais fácil gestão do perímetro.

Podemos afirmar sem quaisquer dúvidas que os melhoramentos levados a efeito foram de vital importância para a sobrevivência deste histórico perímetro de rega.

CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE DO SUBSISTEMA ARDILA

Vazquez, J.², Miranda, J. C., Cabral, M.³ e Batista, R.⁴

EDIA Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva.

Resumo

O Subsistema Ardila, face, sobretudo, às condicionantes particularmente gravosas, em termos altimétricos, implica elevados custos, quer de investimento inicial, quer de exploração. Este facto, obrigou, no desenvolvimento dos estudos de maior pormenor, a uma profunda reflexão sobre as respectivas premissas de base, o que levou a algumas alterações substantivas do sistema adutor e do modo de beneficiação dos blocos respectivos.

Este subsistema do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA) tem a sua principal origem de água na Albufeira de Pedrógão (NPA – 84,80) e visa, essencialmente, permitir o benefício de uma área de regadio de cerca de 30 000 ha, a qual se desenvolve na bacia Hidrográfica do Guadiana (Margem Esquerda), sensivelmente entre o rio Ardila e a Vila de Serpa, dominando áreas envolventes de Serpa, Pias e Moura e interessando, em diversas zonas, cotas acima da (240).

A delimitação da área a regar e a definição das principais características das infra-estruturas a construir previa a decomposição da área a infraestruturar em 7 blocos (Orada-Amoreira, Brinches, Pias, Serpa, Serpa-Pias, Moura, Brenhas), os quais seriam servidos por um conjunto vasto de órgãos hidráulicos de que se destacavam, pela sua importância, a estação elevatória de Pedrógão Margem Esquerda e as barragens de Amoreira, Brinches, Serpa, Laje, Pias, Caliços e Brenhas.

Os estudos entretanto efectuados visaram, essencialmente, obter um melhor aproveitamento dos recursos hídricos endógenos da área abrangida e a optimização da exploração das diversas albufeiras e dos diversos órgãos de adução e infraestruturas de elevação, que integram o sistema. A revisão efectuada reforçou a versatilidade do sistema adutor, no sentido de melhorar a qualidade e a fiabilidade do serviço prestado.

A evolução já verificada nos cenários da possível ocupação cultural, em regadio, e a ponderação aprofundada das potências a instalar nas estações elevatórias e dos respectivos consumos energéticos, associados ao funcionamento deste sistema, e ainda a consideração de novos condicionamentos ambientais e de regras de exploração (sub-blocos servidos em baixa vs alta pressão) foram elementos importantes a integrar nesta reformulação. Acresce que diversas das áreas a servir foram sendo infraestruturadas com sistemas terciários de rega e drenagem (alguns de complexidade assinalável e implicando custos de investimento privados significativos), elementos estes que tiveram igualmente de ser considerados na nova definição das infraestruturas a construir.

² jvazquez@edia.pt

³ mcabral@edia.pt

⁴ rbatista@edia.pt

Assim, nesta comunicação são apresentadas as principais condicionantes e características do subsistema, tal como definido nos Estudos Iniciais de Alternativas de Adução, discutidas as evoluções entretanto verificadas nos pressupostos de base, já acima referidos, e apresentadas as principais modificações que foram introduzidas, no âmbito dos diversos projectos de execução elaborados e, em parte, já implementados.

No âmbito de presente trabalho faz-se uma sistematização sintética dos 6 principais circuitos hidráulicos deste subsistema, referenciando-se as infraestruturas mais importantes que os integram, no sentido de se dispor de um registo de caracterização expedita da infraestruturização hidráulica que permite o benefício dos mais de 30 000 ha de regadio em equação. Faz-se também uma ponderação relativa a uma primeira análise de sensibilidade dos consumos energéticos do subsistema e dos seus blocos de rega.

Apenas a título de exemplo e para um melhor enquadramento do problema, apresenta-se abaixo, um quadro de sistematização das características das estações elevatórias primárias deste subsistema, que permite constatar, pese embora o esforço de optimização efectuado, estar-se perante importantes infraestruturas elevatórias e de elevado consumo energético.

Estações Elevatórias Primárias

Estação Elevatória	CARACTERISTICAS	Estação Elevatória	CARACTERISTICAS
Pedrogão (já em serviço)	Q=19,8 m ³ /s Hm=61,7 m P=16,8 MW	Caliços	Q=3,5 m ³ /s Hm=43 mca P=2,1 MW
Brinches (já em serviço)	Q=9,1 m ³ /s Hm=68,5 m P=8,4 MW	Torre do Lóbio (já em serviço)	Q=4,2 m ³ /s Hm=76,4 mca P=4,8 MW
Amoreira	Q=8,4 m ³ /s Hm=79 mca P=11,9 MW		

Palavras Chave: Circuitos hidráulicos, Regadio, Concepção de Projectos, Alqueva

BLOCO DE REGA DO PISÃO. CARTA DE ENGENHARIA E OBRA.

Alexandra BRAGA DE CARVALHO⁵ Sandra CARDOSO⁶ Isabel GRAZINA⁷

Este bloco situa-se entre as povoações de Trigaches e Beringel, beneficiando os solos das margens da albufeira do Pisão. A área beneficiada situa-se em redor desta duas povoações - o que implica, no Alentejo, que o cadastro seja bastante dividido, ou seja, integrando prédios rústicos de pequena dimensão que dificultam o seu benefício hidroagrícola.

O bloco do Pisão constitui-se, pois, como um caso paradigmático de benefício de áreas envolventes de aglomerados populacionais, habitualmente a cotas relativamente altas, em que houve também a preocupação de - com a infra-estruturação para o regadio, com abastecimento em alta pressão, permitindo uma fácil e económica exploração das pequenas propriedades aí existentes - criar condições de fixação das populações, contrariando a migração interna e contribuindo para o ordenamento sustentável do território, ainda que, necessariamente com custos unitários de beneficiação mais elevados.

O Bloco de Rega do Pisão está integrado no sub-sistema de Alqueva e beneficia cerca de 2588 hectares que se distribuem por 3 sub-blocos de rega. O circuito hidráulico Alvito-Pisão, aduz a água à albufeira do Pisão, quando necessário, para a rega deste Bloco e também para o Bloco de Rega de Alfundão. Na entrada de água para esta albufeira existe uma mini-hídrica para produção de energia, a partir da diferença de cota do canal de adução e a albufeira.

O bloco do Pisão é abastecido através de uma estação elevatória no pé da barragem, com três patamares de elevação, um para o bloco 1, outro para o bloco 2 e ainda outro para o bloco 3.

O bloco 1 e 2 beneficiam uma área de pequena propriedade e o bloco 3 beneficia uma área de grande propriedade. O comprimento total da rede de rega é de 56 km, com a instalação de 300 hidrantes e 590 bocas de rega.

A estação elevatória é constituída por três patamares de elevação e que tem a seguinte constituição:

EE1

Caudal total..... 2,21 m³/s

Altura manométrica de elevação nominal 85 m

Número de grupos de grande capacidade 6 + 2

Caudal unitário 6 x 0,370 m³/s + 2 x 0,062 m³/s

Potência unitária 6 x 440 kW + 2 x 110 kW

⁵Eng.ª Agrícola, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, acarvalho@edia.pt

⁶Eng.ª do Ambiente EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, scardoso@edia.pt

⁷ Eng.ª Civil, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, igrazina@edia.pt

EE2

Caudal total..... 0,41 m³/s

Altura manométrica de elevação nominal 68 m

Número de grupos 2 + 2

Caudal unitário 2 x 0,245 m³/s + 2 x 0,041 m³/s

Potência unitária 2 x 250 kW + 2 x 60 kW

EE3

Caudal total..... 0,71 m³/s

Altura manométrica de elevação nominal 20 m

Número de grupos 2 un

Caudal unitário 355 m/s

Potência unitária 2 x 110 kW

Este bloco possui ainda uma rede viária de cerca de 23 km e uma rede de drenagem com 13 km de extensão, com diversos tipos de intervenção (reperfilamento e limpeza).

Este bloco já se encontra em funcionamento desde 2010 com uma adesão de 26 % e em 2011 com uma adesão de 37%.

Palavras-chave: Bloco de rega do Pisão, estação elevatória.

INFORMAÇÃO DE CADASTRO NO SIG COMO SUPORTE AO PROJECTO E EMPREITADA

Duarte CARREIRA,⁸ Rosário COSTA⁹

INTRODUÇÃO

Uma das tarefas asseguradas pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG) da EDIA é suportar as actividades de expropriação necessárias à implementação das infra-estruturas no terreno. É vasta a informação utilizada no processo expropriativo, a destacar: faixas em redor das infra-estruturas, cadastro geométrico da propriedade rústica, informação do projecto de execução, ortofotomapas, altimetria, cartas de capacidade de uso do solo, cartas de solos de Portugal, entre outras variáveis.

A presente comunicação visa apresentar todo o ciclo de tarefas associadas a esta actividade de disponibilização dos terrenos necessários à implementação das infra-estruturas do EFMA, iniciando-se na interacção com o projectista na definição de traçados e de faixas de ónus, e terminando no ajuste final em fase de obra e na aquisição ou indemnização dos terrenos necessários.

FASE DE ESTUDOS PRELIMINARES E DE VIABILIDADE

Neste momento, de procura de possíveis soluções para a implementação de uma dada infra-estrutura ou conjunto de infra-estruturas, o SIG constitui um instrumento de suporte fundamental para que se construa uma representação multi-disciplinar do território alvo. Entre estas variáveis, a propriedade privada que será afectada por cada alternativa encontrada é também parte das variáveis a otimizar, sendo um dos constrangimentos a tomar em consideração. Assim, o traçado, localização, e mesmo o tipo de infra-estrutura a construir podem ser alterados de acordo também com a constituição do cadastro rústico no território afectado.

INTERACÇÃO INICIAL COM A EQUIPA DE PROJECTO

Nesta fase, são acordadas as regras para a definição das faixas dos diversos tipos de ónus passíveis de ocorrer no terreno, estabelecendo que porções de terreno em redor de cada tipo de infra-estrutura deverão ser classificadas de acordo com o tipo de ónus.

O cadastro de propriedade rústica existente, informatizado, é também corrigido na medida do possível, mediante um levantamento de pontos notáveis, de forma a minimizar custos e encurtar prazos de execução.

Em simultâneo, a equipa SIG determina todas as parcelas afectadas, e disponibiliza toda a

⁸ Eng.º Agrónomo, Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, Departamento de Informação Geográfica e Cartografia, Beja, +351 284315100, dcarreira@edia.pt

⁹ Eng.ª Agrícola, Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, Departamento de Informação Geográfica e Cartografia, Beja, +351 284315100, dcarreira@edia.pt

informação relevante na aplicação de gestão de expropriações, via web, às equipas envolvidas neste processo.

REVISÃO DE FAIXAS PREVIAMENTE À FASE DE OBRA

Nesta fase, é necessário rever toda a informação previamente ao início da empreitada. O traçado e localização das infra-estruturas são reconhecidos no terreno de forma pormenorizada, havendo por vezes lugar a alteração das faixas de ocupação dos terrenos, ou até pequenas alterações de traçado das próprias infra-estruturas. Por outro lado, iniciam-se os contactos preliminares com proprietários potencialmente afectados, de forma a identificar constrangimentos e assegurar a libertação das parcelas afectadas em tempo útil para a execução da empreitada.

FASE DE EMPREITADA

Finalmente, o SIG suporta a colocação de marcos de propriedade, em todas as áreas expropriadas, processando também as áreas livres adquiridas pela empresa por opção dos proprietários, integrando-as no sistema de gestão de património da EDIA.

CONCLUSÃO

O SIG da EDIA acompanha todo o procedimento de implantação das infra-estruturas do EFMA no terreno, contactando com as diversas equipas multi-disciplinares envolvidas em todo o ciclo de vida deste processo, constituindo um pivot de comunicação de informação, e assumindo um papel de integração entre as diversas equipas.

MELHORIA DA SEGURANÇA DE BARRAGENS EM APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

António CAMPEÃ DA MOTA,¹⁰ Alberto F. FREITAS¹¹

ENQUADRAMENTO

Com a finalidade de implementar uma política de desenvolvimento destinada ao aumento da capacidade produtiva de Portugal, foram construídos pela antiga Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola (JAOHA), a partir da década de 1930, um conjunto de mais duas dezenas de Aproveitamentos Hidroagrícolas sendo muitos deles abastecidos a partir de barragens construídas, também, a partir dessa altura e encontrando-se em exploração há várias dezenas de anos.

Dada a eventual possibilidade de que possam vir a ocorrer acidentes ou até o colapso da estrutura provocado pela sua ruptura recai, sobre as barragens, uma grande responsabilidade no que concerne à sua exploração. Os riscos associados aumentam com a complexidade e dimensões da obra.

A actual legislação no que se refere à segurança de barragens estabelece um normativo bastante claro no que respeita às acções a levar a cabo pelos Donos de Obra. Contudo, as suas exigências têm vindo a mostrar um quadro de deficiências que têm a ver com adaptação de regras de exploração e que se prendem sobretudo com a inconformidade das barragens ao Regulamento de Segurança. A sua adequação requer um conjunto de meios humanos e materiais a que correspondem encargos financeiros importantes.

A DGADR, enquanto entidade que representa a tutela dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, elaborou um conjunto de 37 candidaturas ao PRODOR – Melhoria da Segurança de Barragens (para 8 delas foram credenciadas as Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e do Norte), tendo sido aprovado o montante de 25.689.188,98€ para as intervenções a realizar, cujo prazo decorre até final de 2013.

PRINCIPAIS ACÇÕES A DESENVOLVER

Corpo da barragem, coroamento e fundações

- Adequação do acompanhamento da obra em termos estruturais
- Criação de acessos e outras condições necessárias à observação da obra
- Iluminação do coroamento
- Construção de vedações e guardas

Descarregador de cheias

- Adequação às exigências do RSB (período de retorno)
- Sinalização da zona de entrada através de bóias
- Construção de vedações e guardas

¹⁰ Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, Lisboa, +351.21.844.24.50,cmota@dgadr.pt

¹¹ Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, Lisboa, +351.21.844.24.45,afreitas@dgadr.pt

Descarregador de cheias

- Adequação às exigências do RSB (período de retorno)
- Sinalização da zona de entrada através de bóias
- Construção de vedações e guardas

Torre de tomada de água

- Drenagem dos poços
- Construção de vedações e guardas

Descarga de fundo

- Adequação da DF às exigências do RSB
- Reformulação de quadros de comando e circuitos de alimentação eléctrica
- Drenagem dos poços

Estudos

- Planos de observação (instrumentação)
- Planos de emergência internos
- Mapas de inundação;
- Zonas de Intervenção;
- Zonamento de Risco;
- Notificação da Ocorrência (SAA);
- Acções a Implementar.

CONCLUSÕES

A implementação das acções descritas permitirá, não só adequar convenientemente as barragens ao Regulamento de Segurança em vigor, como igualmente, restabelecer a operacionalidade de todos os seus órgãos, criando condições para que a gestão por parte dos actuais Donos de Obra seja feita de forma plena e efectiva.

A elaboração dos Planos de Emergência Internos e a implementação dos sistemas de observação, fornecerão elementos fundamentais para o rigoroso conhecimento das condições de segurança da barragem, sobretudo, na perspectiva da prevenção.

Através do investimento público na realização das intervenções que, pelo montante que envolvem, dificilmente seriam realizadas pelas actuais entidades gestoras dos Aproveitamentos Hidroagrícolas dos quais estas barragens fazem parte, estas infra-estruturas passam a dispôr de condições para que aquelas entidades possam desempenhar o papel que lhes compete de uma forma activa, já que possuem nos seus quadros técnicos pessoal com formação adequada a estas funções.

O trabalho a realizar no âmbito da segurança de barragens não termina aqui. Fica por realizar a implementação no terreno dos Sistemas de Avisos e Alertas, tarefa que requer meios financeiros consideráveis e que se espera venham a ser disponibilizados em próximos programas de apoio financeiro.

SISTEMA DE FILTRAÇÃO DA ÁGUA DE REGA COM FILTROS DE BAIXA PRESSÃO NO BLOCO DA CAPINHA – APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA

Vítor CANDEIAS,¹⁵ Eduardo GOMES,¹⁶ António CAMPEÃ da MOTA¹⁷

Introdução

Nos reservatórios de regularização associados às redes de rega, tradicionalmente está instalado um tamisador inserido na estrutura em betão da tomada de água, a fim de se garantir uma filtração de 1,5 mm da água de rega. No bloco da Capinha e com a necessidade premente de encontrar soluções que permitam reduzir os custos das obras nos aproveitamentos hidroagrícolas, a DGADR decidiu inovar e colocar filtros de malha de baixa pressão que garantirão o mesmo grau de filtração com menores custos na empreitada e outras vantagens que lhes estão associadas.

Bloco de Rega da Capinha

O bloco de rega da Capinha do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira vai beneficiar 864 ha de regadio, tendo a obra englobado as seguintes infra-estruturas:

- Rede de Rega com 32 km, com condutas em betão armado com alma de aço e polietileno de alta densidade (PEAD), englobando 189 hidrantes e 388 unidades de rega;
- Reservatório semi-escavado, com 25 dam³ de capacidade, impermeabilizado com geomembrana de PEAD, alimentado directamente a partir do canal condutor geral da Cova da Beira;
- Rede viária, beneficiando 4 caminhos numa extensão de 5,9 km e beneficiação de parte da rede de drenagem.

O Reservatório da Capinha, onde está instalado o sistema de filtração, tem forma trapezoidal, com 89,5 m no comprimento e 83 m de largura ao nível do coroamento, ocupando uma área de cerca de 2 ha. O Nível Mínimo de Exploração (NmE) situa-se à cota (524,70) e o Nível de Pleno Armazenamento (NPA) à cota (529,40). O coroamento fica à cota (530,20) e a soleira à (524,40), sendo a profundidade total do reservatório de 5,80m. O perfil transversal do dique perimetral é caracterizado por um coroamento de 3,5 m de largura, tendo os taludes exteriores e interiores uma inclinação igual a 1(V):2(H).

SISTEMA DE FILTRAÇÃO de malha autolimpante

No projecto inicial do reservatório do Bloco da Capinha estava prevista a instalação de um sistema de filtração tradicional com um tamisador que garantisse uma filtração de 1,5 mm, inserido na estrutura de betão da estrutura de tomada de água. Esta solução, normalmente adoptada nos reservatórios construídos pela DGADR, obriga a que a estrutura de tomada de água seja cons-

¹⁵ Eng.º Agrícola – DGADR, Av. Afonso Costa,3 – 1949-002 LISBOA, vcandeias@dgadr.pt

¹⁶ Eng.º Civil – DGADR, Av. Afonso Costa,3 – 1949-002 LISBOA

¹⁷ Eng.º Agrónomo – DGADR, Av. Afonso Costa,3 – 1949-002 LISBOA, cmota@dgadr.pt

tituída por estrutura em betão inserida no aterro, onde será instalado o tamisador, comportas, ensecadeira e grelha metálica.

Na construção do reservatório da Capinha a DGADR optou por uma variante ao projecto, tendo optado por um sistema inovador, com base em dois filtros de malha de baixa pressão, inseridos directamente na conduta de rega a jusante da tomada de água, por meio de flanges. Os filtros foram instalados fora da zona do aterro do reservatório garantindo uma pressão mínima de 5 m para o seu correcto funcionamento.

Os filtros instalados garantirão um funcionamento de acordo com as premissas definidas no projecto inicial, tendo as seguintes características:

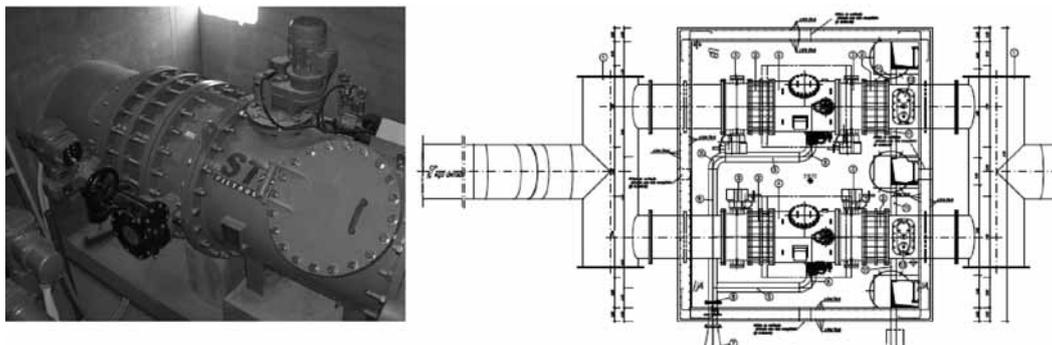
- Caudal total a filtrar: 1,10 m³/s (3960 m³/h);
- Diâmetro dos filtros: 800 mm;
- Caudal nominal por filtro: 0,63 m³/s;
- Perda de carga em situação de filtro limpo: 0,4 m.c.a;
- Diferencial de pressão para o início do ciclo de limpeza: 0,8 m.c.a.;
- Diâmetro da válvula de limpeza: 150 mm.

Caso algum dos filtros esteja fora de serviço por avaria ou para manutenção, o outro garante 60% do caudal de funcionamento da rede.

CONCLUSÕES

Apesar de ainda não dispormos de resultados concretos sobre o funcionamento do sistema, pois está-se a proceder aos ensaios de funcionamento da rede de rega, existem uma série de vantagens na utilização deste sistema relativamente ao tradicionalmente realizado, pelo que deverá ser equacionada a possibilidade da sua utilização em futuros projectos e obras similares, sendo de destacar as seguintes:

- Menor custo económico na realização da obra;
- Diminuição em cerca de 60% de betão da estrutura de tomada de água;
- Garantia da filtração da água de rega em caso de avaria ou manutenção de um dos filtros;
- Melhoria das condições de execução do aterro do reservatório em termos de qualidade e tempo, uma vez que a estrutura em betão onde ficam instalados os filtros fica fora do mesmo;
- Tempos de limpeza curtos (90 segundos).



Esquema e imagem de Filtro de malha instalado no reservatório do Bloco de Rega da Capinha

Palavras Chave: Filtração, reservatório, tamisador, rega

INTERVENÇÕES DE REQUALIFICAÇÃO NA ALBUFEIRA DO ENXOÉ. MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA ARMazenada

David CATITA,¹² Manuela RUIVO,¹³ Jorge VAZQUEZ¹⁴

RESUMO

A albufeira do Enxoé localiza-se na ribeira do Enxoé, a jusante da povoação de Vale Vargo, com uma bacia hidrográfica de cerca de 6 000 ha. Tem uma altura máxima de 20,5m e um coroa-mento com 415 m e apresenta um volume útil de 9,5 milhões de m³.

Esta Albufeira é responsável pelo abastecimento público dos municípios de Serpa e Mértola, com um total de cerca de 25 000 habitantes.

Assim, em virtude da sua importância como origem de água para abastecimento humano o INAG e a EDIA definiram objectivos com vista a reduzir as causas do decréscimo da qualidade da água armazenada, atenuar os efeitos do excesso de biomassa na massa de água, reforçar a capacidade de armazenamento da Albufeira e melhorar a qualidade da água bruta.

Os principais problemas detectados foram o excesso de biomassa na Albufeira (peixe, lamas, matéria orgânica animal e humana), a reduzida capacidade real de armazenamento, resultando uma limitada capacidade auto-depuradora, a ocorrência de utilizações indevidas da margem e a existência de fontes poluidoras a montante.

Foram assim realizadas acções que pretenderam mitigar os aspectos referidos anteriormente, de entre os quais se destacam:

1. Remoção de biomassa piscícola;
2. Remoção de lamas orgânicas;
3. Alteamento do descarregador de superfície;
4. Execução de valas de retenção na margem;
5. Reabilitação da vedação perimetral;
6. Instalação de passagens canadianas em todas as entradas;
7. Reconstrução da barragem de Branquinos;
8. Execução de um açude de cabeceira;
9. Descontaminação da albufeira do Peral;
10. Criação de uma albufeira de decantação a jusante das Valadas.

As acções de pesca realizaram-se nos meses de Julho e Agosto de 2005. Foram contratadas quatro equipas, com um total de 24 redes de emalhar, tendo sido possível retirar 34 000 kg de peixe. Todo o peixe capturado foi encaminhado para valorização, como isco na pesca ao lagostim e para alimentação de javalis.

¹² Ciências do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, dcatita@edia.pt

¹³ Eng.º do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mruivo@edia.pt

¹⁴ Eng.º Civil, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, jvazquez@edia.pt

As características construtivas do descarregador de superfície permitiram o alteamento da cota da sua soleira, sem comprometer a segurança da Barragem do Enxoé. O alteamento do descarregador, em mais um metro, permite o acréscimo de armazenamento suplementar de 1 milhão de m³, o que equivale a 1 ano de consumo, possibilitando também a utilização da melhor água à superfície.

As valas de retenção ao longo da margem têm como objectivo acumular a água transportada pelo escoamento superficial ao longo dos terrenos agrícolas, forçando-a a depositar a carga poluente e a infiltrar-se pelo solo até chegar à Albufeira, funcionando este como filtro natural. As valas têm cerca de 1 metro de profundidade e uma extensão de 10 km. Pretende-se ainda criar condições de fertilidade para futuras acções de florestação ripícola e enquadramento paisagístico.

A reabilitação da vedação foi considerada fundamental para a preservação da qualidade ambiental. Foi colocada rede ao longo dos 22 km de perímetro, substituindo os postes e refeitas as escoras de fixação. Em todas as entradas foram colocadas passagens canadianas.

A extensão do barranco de Branquinos, a quantidade de explorações activas ao longo do seu curso e a inexistência de uma estrutura de retenção de carga sólida e matéria orgânica justificou a reconstrução da barragem de Branquinos. O descarregador da Barragem foi transferido para uma linha de água paralela o que permite o galgamento desta estrutura quando a Albufeira atingir o NPA.

A extensão da ribeira do Enxoé, a quantidade de focos de poluição ao longo do seu curso e a inexistência de uma estrutura de retenção de carga sólida e matéria orgânica após a povoação de Vale Vargo justificou a execução de um açude escavado na cabeceira da albufeira do Enxoé. Este açude tem uma profundidade de cerca de 6 m e uma capacidade de 80 000 m³. Apresenta-se revestido com pedra grosseira de modo torná-lo galgável. A vegetação ripícola foi mantida.

Relativamente à criação de obstáculos que promovam a decantação da carga orgânica proveniente do Centro Experimental do Baixo Alentejo, localizado a montante da albufeira do Enxoé, na Herdade da Abóbada, foram realizadas duas acções paralelas, nomeadamente:

- Reabilitação da albufeira do Peral, uma vez que se tratava de uma estrutura com cerca de 20 anos, encontrando-se com elevado nível de sedimentos orgânicos e como tal com reduzida capacidade de armazenamento e decantação;
- Criação de uma albufeira de decantação, a jusante da zona de contenção de gado das Valadas, considerada a principal origem de poluição pecuária da Herdade da Abóbada.

Palavras-chave: Albufeira, Poluição orgânica, Limpeza, Descontaminação, Abastecimento

AS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DA LIGAÇÃO PISÃO-BEJA

Alexandra CARVALHO,¹⁸ Carlos GASPAR¹⁹

Resumo

O Circuito Hidráulico de Pisão-Beja e os respectivos Blocos de Rega de Beringel-Beja, permitem o benefício de cerca de 11.000ha, o que representa, aproximadamente, 10% da área a equipar em todo o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA).

Em termos de filosofia de abastecimento de água para rega, no âmbito dos estudos de pormenor assistiu-se a uma alteração das soluções preconizadas em estudos anteriores, que previam o transporte de água em superfície livre, através de canais, para condutas em pressão, procurando-se, além de diminuir o impacto ambiental das obras, a respectiva racionalização de traçados e custos de exploração.

Pretende-se, assim, com a presente comunicação, a partilha de dados e informação que permitiram desenvolver os processos de decisão, relativos à selecção e concepção de infra-estruturas elevatórias.

Com a tendência de aumentos sucessivos dos custos relativos da energia eléctrica, a variável eficiência energética, assumiu particular relevância no estudo e selecção das soluções para as Estações Elevatórias, das redes Primária e Secundária.

O universo de Estações Elevatórias que integram a Ligação Pisão-Beja e os respectivos Blocos de Rega de Beringel-Beja e Cinco Reis - Trindade, é um bom caso de estudo neste âmbito, pois inclui três Estações Elevatórias: uma Estação Elevatória da Rede Primária dimensionada para 7,46 m³/s (Álamo) e duas Estações Elevatórias da Rede Secundária projectadas para: 2,70m³/s (Beja) e 0,49m³/s (Beringel). O bloco de rega de Cinco Reis-Trindade é abastecido, na rede secundária, de modo gravítico.

Estação Elevatória	Localização	Tipo de Bombas	Caudal (m ³ /s)	Altura manométrica (m)	Potência (MW)	Rede
Álamo	reservatório	Verticais	7,46	46,4	4,5	Primária
Beringel	reservatório	horizontais	0,48	49	0,36	Secundária
Beja	pé de barragem	horizontais	2,7	44,5	1,6	Secundária

¹⁸ Eng. Agrícola, EDIA, Beja, +351. 284 31 51 00, acarvalho@edia.pt

¹⁹ Eng^o Mecânico, EDIA, EDIA, Beja, +351. 284 31 51 00, cgaspar@edia.pt

No que concerne à selecção da tipologia das Estações Elevatórias e ao tipo de bombas centrífugas adoptadas, procurou integrar-se um conjunto de recomendações e boas práticas decorrentes do “estado da arte” do conhecimento relativamente às soluções de estação do tipo “pé de barragem” ou “reservatório”, bem como na tipologia das bombas centrífugas de câmara partida horizontalmente ou de eixo vertical com motor à superfície. Ainda sobre o princípio orientador da flexibilização das soluções de bombeamento, foram estudadas diversas configurações variando o número de grupos e a presença, ou não, de grupos auxiliares para caudais de menor valor.

Relativamente ao accionamento dos grupos electrobomba, desenvolveram-se análises comparativas de soluções com velocidade de rotação constante *versus* velocidade variável, através da utilização de conversores de frequência, para adequar as necessidades da instalação procurando redução significativa dos custos energéticos e com ganhos adicionais ao nível de menores consumos no arranque.

Desta forma, a presente comunicação pretende ser uma “visita guiada” a alguns aspectos mais relevantes das estações elevatórias da Ligação Pisão-Beja, actualmente em fase avançada de construção, começando-se por caracterizar a área a beneficiar e o circuito hidráulico respectivo e, após algumas notas genéricas sobre estações elevatórias, fazendo-se o tratamento individualizado e mais desenvolvido de cada uma das três estações em equação.

Palavras chave: Estações elevatórias, bombas centrífugas, equipamentos.

PORMENOR CONSTRUTIVO DA LIGAÇÃO ENTRE O ATERRO DO NÚCLEO E A GALERIA DA BARRAGEM DE VEIROS

António Marcelo CORREIA,²⁰ Paulo LOURENÇO²¹

1. Introdução

A técnica de construção de barragens em aterro é já utilizada pelo homem desde tempos ancestrais.

A garantia de maiores níveis de segurança e qualidade, associado também a questões económicas e de prazo, obriga a uma melhor eficiência de construção em todo o conjunto de operações na realização do aterro, desde a exploração e transporte dos diversos materiais, à sua secagem/humidificação, até a sua distinta compactação em função da localização no corpo da barragem.

Foi este o objectivo que esteve na génese da solução encontrada para a construção do aterro na ligação do núcleo com a galeria da descarga de fundo.

2. Enquadramento Geográfico

A **Barragem de Veiros** está integrada no conjunto dos Aproveitamentos Hidroagrícolas desenvolvidos nas sub-regiões do Alentejo Central e Alto Alentejo, localizada na Ribeira de Ana Loura, junto à povoação de Veiros, Concelho de Estremoz.

A futura albufeira a criar pela Barragem vai permitir o armazenamento de água para utilização na rega de uma vasta área de cerca de 1134 ha.

3. Características Gerais

Trata-se de uma barragem de terra com perfil tipo zonado, com uma altura máxima acima da fundação de 32,50 m e um coroamento com um comprimento de 150 m.

Engloba igualmente as seguintes estruturas de segurança e órgãos de manobra:

- Torre com 2,5 m de diâmetro para a tomada de água ;
- Descarga de fundo e conduta com 1,00 m de diâmetro em galeria com cerca de 141,00 m de comprimento;
- Descarregador de cheias com soleira tipo labirinto, seguido de canal com “slit bucket”;
- Comportas e válvula de jato oco.

²⁰ Eng.º Civil, Oikos Construções S.A ,Prç. da Viscondessa dos Olivais, 10, Sta Mª dos Olivais1800-379 Lisboa

²¹ Eng.º civil Oikos Construções S.A ,Prç. da Viscondessa dos Olivais, 10, Sta Mª dos Olivais1800-379 Lisboa

4. Método Construtivo

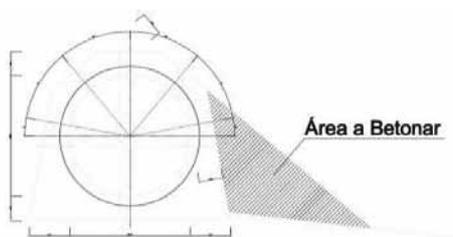
Conforme referido na introdução, existem zonas do aterro que determinam outros cuidados na compactação por forma a garantir a qualidade do trabalho. A título de exemplo poderão indicar-se:

- zona de ligação do aterro com a galeria da descarga de fundo, especialmente no núcleo;
- locais de manobra de inversão da marcha do cilindros compactadores;
- zonas de aterro em relação às quais possa vir a existir uma concentração de água e/ou um caminho preferencial de percolação.

No presente trabalho apresenta-se uma nova técnica utilizada precisamente na compactação do aterro na zona do núcleo onde intersecta a galeria, evitando desta forma as consequências negativas resultantes dos pontos indicados anteriormente.

Analisando o perfil da galeria da barragem cuja parede têm uma inclinação de 1/4 (H/V), verifica-se que será impossível garantir uma compactação eficaz com o mesmo equipamento utilizado em todo o núcleo (cilindro de pés de carneiro), na zona adjacente às paredes uma vez que existiria sempre uma distância significativa entre o eixo do rolo do cilindro e a parede. O perfil previsto obrigava à utilização, numa área significativa de equipamentos de impacto, de manobra manual (maços mecânicos), cuja pequena energia envolvida nesse processo, obrigaria a uma espessura de camadas muito reduzida, em regra da ordem de uns 10 cm, e sem a homogeneidade em termos de compactação de um trabalho efectuado recorrendo a um cilindro compactador.

A solução encontrada foi a de se acrescentar ao perfil transversal da galeria uma cunha em betão apenas onde esta atravessa a zona do núcleo, obtendo dessa forma uma rampa com uma inclinação suave, com início no topo da galeria e na direcção do interior do aterro, ou seja no sentido da marcha dos cilindros compactadores, permitindo a construção do núcleo de forma contínua, homogénea, com a mesma espessura de camadas e a mesma energia de compactação.



Palavras-Chave: Barragem; aterro; galeria; descarga de fundo; compactação.

BLOCO DE REGA DO PISÃO. REABILITAÇÃO DE LINHAS DE ÁGUA

Luísa PINTO,²² Helena BARBOSA,²³ José PERDIGÃO²⁴

Na sequência da implementação dos Projectos ao nível da Rede de Drenagem estão associados impactes ambientais de carácter não negligenciável, que cabe à EDIA - enquanto promotor - transformá-los em acções que contribuam para o desenvolvimento de projectos com sustentabilidade.

Numa óptica de minimização e compensação destes impactes, sobre as linhas de água da região onde se inserem estes projectos, a EDIA tem vindo a realizar Projectos de Reabilitação de Linhas de Água.

A implementação deste Projectos tem por objectivo geral, a recuperação do estado ecológico das linhas de água, a reabilitação/requalificação das galerias ripícolas, assim como na reabilitação da integridade estrutural, funcional e hidráulica dos ecossistemas dulçaquícolas.

Como objectivos prioritários deste tipo de Projectos de Reabilitação, destacam-se:

- o restabelecimento do equilíbrio ecológico das valas de drenagem que foram afectadas durante as obras de construção, através da implementação de um conjunto de medidas de regeneração do coberto vegetal, de forma a proporcionar um ecossistema capaz de substituir os ecossistemas afectados e a controlar o input de nutrientes no meio hídrico;
- a diminuição dos impactes negativos sobre os recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), decorrentes do aumento de nutrientes (provenientes da água de drenagem das parcelas regadas);
- a obtenção de uma correcta e harmoniosa inserção das valas de drenagem nos locais a intervir e, simultaneamente, preencher objectivos de natureza bioecológica, estética, funcional e económica;
- delimitação e preservação dos troços fluviais em bom estado de conservação;
- a minimização dos impactes visuais resultantes da introdução de novos elementos na paisagem (valas de drenagem, taludes, etc);
- a correcta fixação e estabilização da base e dos taludes das novas valas, evitando não só a erosão como também as situações de instabilidade que daí possam resultar.

Como exemplo destes Projectos, apresenta-se o Projecto de Reabilitação de Linhas de Água do Bloco de Rega do Pisão, o qual decorreu da necessidade de se implementarem medidas de minimização/compensação de impactes nas valas de drenagem do Bloco de Rega do Pisão.

²²Eng.ª Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, lpinto@edia.pt

²³Eng.ª Zootécnica, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, hbarbosa@edia.pt

²⁴Técnico de Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, jperdigao@edia.pt

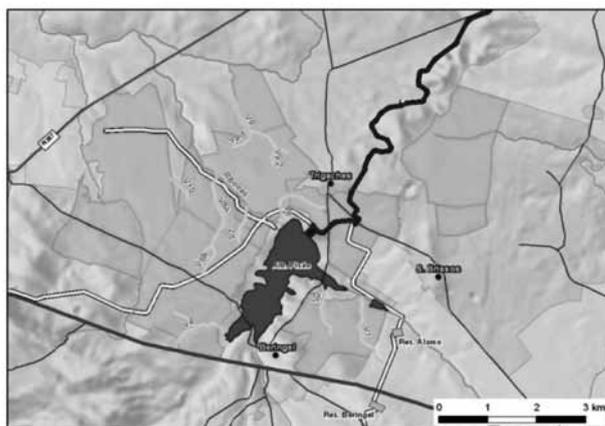


Figura 1 – Enquadramento do Projecto de Reabilitação de Linhas de Água

O presente projecto teve como objecto de intervenção, 13 linhas de água para intervenção localizadas na envolvente da Albufeira do Pisão.

Neste projecto, teve-se em conta as características edafoclimáticas do local, bem como as espécies que originalmente constituíam o coberto vegetal, de forma a serem escolhidas as melhores técnicas de instalação e as espécies mais bem adaptadas.

Propuseram-se e implementaram-se nas valas de drenagem, as seguintes intervenções:

- Limpeza das linhas de água, com o objectivo de controlar a vegetação invasora, através do destroçamento da vegetação sem mobilização do solo;
- plantação de módulos de espécies de macrófitas aquáticas emergentes por estacaria ou divisão de tufos, para minimizar o input dos nutrientes do meio hídrico e controlo de erosão dos taludes, designadamente com as seguintes espécies: *Carex divisa*; *Iris pseudocorus*; *Juncus inflexus*; *Lythrum salicari*; *Mentha aquática*; *Scirpus lacustris*; *Scirpus holoschoenus*; *Typha domingensis* e *Vinca difformis*.
- Hidrossementeira herbácea (consociação de gramíneas e leguminosas) com uma densidade de 20g/m² a aplicar na totalidade das valas, para prevenir os fenómenos erosivos com as seguintes espécies: *Festuca arundinaceae*; *Festuca rubra*; *Lolium perenne*; *Lolium rigidum* e *Trifolium repens*.

Palavras-chave: Projectos hidroagrícolas, rede drenagem, linhas de água, medidas de mitigação

A ESTAÇÃO DE BOMBAGEM E A TOMADA DE ÁGUA DO CONCHOSO: O COMPLEXO VITAL DA LEZÍRIA

António MOTA,²⁵ José PRUDENTE²⁶

Enquadramento

A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é uma faixa de terreno de forma alongada, situada a cerca de 25 Km de Lisboa, limitada pelos rios Tejo e Sorraia que a contornam sensivelmente a oeste e a este, respectivamente. Esta área (13 420 hectares) encontra-se dividida, aproximadamente a meio, pelo troço da Estrada Nacional 10 que liga Vila Franca de Xira ao Porto Alto.

Trata-se de uma zona de cotas baixas, entre cerca de (1) e (2), circundada por um dique com cerca de 62 Km de desenvolvimento com a finalidade de a proteger das inundações daqueles dois rios.

A água para rega, derivada dos rios Tejo e Sorraia, foi desde sempre captada através de portas existentes no dique, para as valas de drenagem, desempenhando uma dupla função de rega e de drenagem com todos os inconvenientes que uma situação destas acarreta.

No que se refere à drenagem, o sistema tradicional ligado ao conjunto de portas existentes, está dependente da influência das marés que se propagam ao longo dos rios Tejo e Sorraia. A saída das águas, através das portas, está sempre condicionada à situação de baixa-mar, a qual desde que ocorra em situações de cheia ou de vento forte de sudoeste, não permite a sua evacuação, permanecendo as águas da chuva acumuladas vários dias no interior da Lezíria, originando um nível freático elevado

As características dos solos (permeabilidade e salinidade/alcalinidade) associadas às baixas cotas da zona bem como o sistema de rega adoptado, com admissão de água através de comportas, apresentando-se em certas alturas do ano com teores elevados em sais, conduziram à necessidade de prever sistemas de drenagem e técnicas de melhoramento do solo adequados à recuperação dos solos e à manutenção da sua fertilidade.

O incremento da intensificação cultural que se tem verificado ultimamente, embora constitua um sinal de dinamismo agrícola, poderia estar condenado ao fracasso se não fosse implementado um sistema de rega separado do sistema de drenagem e, nos solos mais pesados, complementado por um sistema de drenagem sub-superficial, para garantir uma lavagem contínua dos possíveis excedentes de sais que se vierem a depositar na zona radicular e a manutenção da toalha freática abaixo daquela.

Em face das condicionantes apontadas, e na perspectiva de encontrar uma solução que em termos técnicos e económicos fosse a mais adequada à recuperação das terras que constituem a Lezíria Grande de Vila Franca de Xira adoptou-se um sistema composto pelos seguintes elementos:

- Uma estrutura de captação de água a partir do rio Tejo - Tomada de Água do Conchoso. Esta estrutura teria anexa uma estação elevatória captando também directamente do Tejo

²⁵ Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 3, 1 900-002 Lisboa, cmota@dgadr.pt

²⁶ Eng.º Civil, DGADR, Av. Afonso Costa, 3, 1 900-002 Lisboa, jprudente@dgadr.pt

- e dominando os primeiros dois blocos de rega - Blocos I e II ;
- Um Canal Principal de Adução e Drenagem com cerca de 12,5 Km de desenvolvimento;
- Duas estações elevatórias, do Ramalhão e das Galés, situadas ao longo do Canal Principal que dominam os Blocos III e IV, e V e VI, respectivamente;
- Redes Secundárias de Rega, enterradas em pressão, com distribuição de água à descrição, a partir das estações elevatórias.

Em termos de drenagem foi aproveitado, com algumas adaptações, o esquema inicialmente proposto, composto por valas primárias (Esteiro do Ruivo e Canal Principal), secundárias e terciárias. O sistema termina na estação elevatória do Ruivo (de drenagem).

O Complexo do Conchoso

Situado no extremo Norte da Lezíria no local designado por “Portas do Conchoso” o complexo de infra-estruturas designado por Tomada de água, Derivação e Estação Elevatória do Conchoso constitui a peça fundamental do Aproveitamento Hidroagrícola e destina-se à adução de água a partir do Rio Tejo, graviticamente através da Derivação e por bombagem através da Estação Elevatória servindo igualmente para retirar os caudais de drenagem durante o período de Inverno.

Durante o período de rega (Abril a Outubro) a EE fornece, sob pressão, os blocos I e II, sendo que os caudais destinados aos restantes blocos passam pela Derivação sendo transportados pelo Canal Principal.

Durante o Inverno (Novembro a Março) os caudais de drenagem são encaminhados para o Canal Principal e descarregados graviticamente pela Derivação, ou com recurso a bombagem da Estação do Conchoso, caso o nível do Tejo seja superior ao nível no Canal, já que a zona da tomada de água está sujeita à influência da maré. Neste caso a água entra na EE através de um by-pass, sendo bombeada e lançada no Tejo por meio de uma conduta em carga (de secção circular com 0,60 de diâmetro), a qual parte do trecho transversal da ligação das bombas.

Considerando o facto das estruturas serem fundadas sobre estacas (52 estacas de betão armado com Ø 1,0 m e 40 m de comprimento) procurou-se uma solução compacta tornando desse modo a obra o mais económica possível.

A Estação Elevatória é uma estrutura de betão armado, de planta aproximadamente rectangular (26,8 x 10,6 m), constituída por uma entrada (cujo fundo está à cota (-2,00)), uma secção de pré-filtração (tamisadores), uma câmara de distribuição ou de regularização, 4 câmaras de aspiração e uma câmara de união para instalação da conduta de ligação às bombas.

Presentemente a área total regada (Lezíria Norte e Lezíria Sul) atinge cerca de 9 000 hectares devido ao funcionamento do complexo do Conchoso que ultrapassou as dificuldades de adução de água de boa qualidade, e em quantidade suficiente, bem como os problemas de drenagem e de salinidade dos solos.

Palavras-chave: Lezíria, salinidade, rega, drenagem

BARRAGEM DA LAJE – SITIO TORRE VELHA 3. UM CASO DE ARTICULAÇÃO ENTRE A ARQUEOLOGIA PREVENTIVA E A EMPREITADA

Luísa PINTO,²⁷ Miguel MARTINHO,²⁸ Paulo MARQUES²⁹, Valdemar CANHAO³⁰

Os trabalhos de minimização de impactes realizados, no sítio Torre Velha 3, na área de implantação da Barragem da Laje, em fase prévia ao início dos trabalhos da empreitada, permitiram identificar vestígios de origem antrópica.

A natureza deste tipo de vestígios – já identificados no âmbito da implementação de outras infra-estruturas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva – aconselhava a execução de uma intervenção em área que permitisse um reconhecimento amplo, pois é frequente apresentarem uma considerável área de dispersão. De uma forma geral correspondem a realidades antrópicas escavadas no substrato geológico, usualmente implantadas em áreas onde este se apresenta mais alterado, coincidindo com o que localmente se denomina como “caliço”.

Uma vez que as sondagens de diagnóstico permitiram controlar a estratigrafia do sítio foi possível utilizar meios mais expeditos na remoção da camada vegetal que cobria a realidade arqueológica. Para o efeito, foram utilizados meios mecânicos que em poucos dias permitiram a “decapagem” de toda a área de implantação da infra-estrutura. Saliente-se, no entanto, que a intervenção de arqueologia preventiva apenas se centrou na área estritamente necessária à execução da empreitada. Concluída esta actividade, foi possível compreender que a realidade arqueológica identificada era bastante complexa, implicando uma sobreposição com os trabalhos preparatórios e de infra-estruturação da Barragem.

Verificou-se que o encontro direito da Barragem interceptava um conjunto significativo de estruturas arqueológicas, dispersas pela encosta e topo da elevação, sendo os elementos mais impactantes a vala corta-águas, o descarregador de superfície e em menor escala a área de implantação do edifício de comando e do posto de observação.

De modo a minimizar os impactes que esta intervenção iria ter sobre o prazo de execução da empreitada e eventuais compensações económicas daí resultantes foi necessário adequar a intervenção ao plano de actividades deste tipo de infra-estruturas. Procurou-se assim, uma articulação da intervenção arqueológica com a execução da obra, de modo a permitir a libertação de áreas consideradas fundamentais para a empreitada tão cedo quanto possível. Para tal foram definidas prioridades na execução dos trabalhos arqueológicos. Assim, foi dada primazia à escavação das estruturas antrópicas que eram interceptadas pelo traçado da vala corta-águas e pelo descarregador de superfície, sendo posteriormente escavadas as estruturas afectadas pela construção do edifício de comando e do posto de observação.

Para o sucesso deste planeamento foi necessário reunir um número significativo de técnicos, com experiência neste tipo de intervenção arqueológica, que permitiram a escavação em simultâneo de diferentes áreas. A intervenção arqueológica decorreu com sucesso entre Setembro de 2008 e Abril de 2009.

²⁷ Eng.ª Ambiente, EDIA. S.A., Rua Zeca Afonso n. 2, 7800-522, Beja, +351.284.318100, lpinto@edia.pt

²⁸ Arqueólogo, EDIA. S.A., Rua Zeca Afonso n. 2, 7800-522, Beja, +351.284.318100, mmartinho@edia.pt

²⁹ Arqueólogo, EDIA. S.A., Rua Zeca Afonso n. 2, 7800-522, Beja, +351.284.318100, pmarques@edia.pt

³⁰ Arqueólogo, EDIA. S.A., Rua Zeca Afonso n. 2, 7800-522, Beja, +351.284.318100, vcanhao@edia.pt

O sítio Torre Velha 3 apresenta dois períodos de ocupação bastante espaçados no tempo, com um intervalo de quase dois Milénios. O primeiro ocorreu no Bronze Pleno (séc.XVI-XIV a.C.). Deste período foi possível recuperar vestígios que remetem para uma ocupação doméstica e funerária do espaço. O segundo período abrangeu a época Tardo – Romana e o início do período Islâmico (Século V- VIII d.C., ainda sem se precisar uma cronologia mais específica) indiciando também uma ocupação doméstica e funerária do espaço.

A ocupação da Idade do Bronze:

A ocupação doméstica do espaço está documentada pela presença de um número significativo de silos, com funções de armazenamento de bens essenciais do quotidiano, como poderão ser os cereais. Estes silos estariam logicamente associados a outras estruturas construtivas, por exemplo, cabanas, mas que a intervenção arqueológica não pôde identificar.

Destaca-se, no entanto, a componente funerária. Foi possível identificar dois tipos distintos de sepultura: as fossas simples, escavadas no substrato geológico, onde era depositado um indivíduo em posição fetal e as fossas sepulcrais (hipogeus) estas mais elaboradas que implicavam a construção de uma câmara funerária subterrânea precedida de um átrio. Estas câmaras estavam seladas com grandes lajes de pedra colocados na vertical. Os defuntos eram depositados também em posição fetal, tendo existido uma reutilização do espaço.

Os trabalhos arqueológicos demonstram assim, que esta região mantinha, já em épocas bastante recuadas, contactos com outras regiões Peninsulares, havendo com certeza, lugar à troca de bens. A presença de colares de búzios e a presença de oferenda carnea é seguramente prova desses contactos. Por outro lado, a diferenciação no tipo de enterramento, isto é, aqueles constituídos por fossa simples e aqueles de fossas sepulcrais com câmaras funerárias e átrio, estes últimos com espólio mais rico, demonstra que esta comunidade já apresentava uma estratificação social.

A ocupação de época Tardo – Romana:

Passados quase cerca de dois Milénios após a ocupação do Bronze Pleno, este local voltou a ser ocupado, verificando-se uma sobreposição desta ocupação à anterior. Mais uma vez, a equipa de arqueologia deparou-se com a presença de silos que após a sua perda de funcionalidade foram colmatados recebendo uma cobertura constituída por uma camada de pedras.

Os arqueólogos puderam ainda identificar um conjunto considerável de sepulturas com características diferentes. Existe ainda a possibilidade de algumas destas sepulturas poderem corresponder a um período posterior, em época Islâmica. Apenas um estudo mais detalhado dos restos osteológicos poderá ajudar a resolver esta questão.

A comunidade identificada neste núcleo de época Tardo – Romana estaria provavelmente relacionada com a exploração agrícola. Estamos então, na presença de uma comunidade rural dedicada às culturas cerealíferas, eventualmente à vinha ou olival, associado à pastorícia.

Palavras-chave: Barragem da Laje, intervenção arqueológica, empreitada

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE MINUTOS BARRAGEM DOS MINUTOS

Medidas de Minimização Ambiental

M. Conceição JACOB,³¹ Pedro TEIXEIRA³²

Introdução

O Aproveitamento Hidroagrícola dos Minutos foi concluído em 2005, localiza-se em Montemor-o-Novo, Concelho de Évora. A Barragem dos Minutos, concluída em 2002, foi construída no Rio Almansor, sendo que a respectiva albufeira inunda uma área de 5,2 km².

O processo de Avaliação de Impacte Ambiental da Barragem dos Minutos (AIA) determinou o cumprimento de diversas Medidas de Minimização de Impacte Ambiental, algumas com carácter pioneiro, a cumprir nas fases de execução e exploração da obra.

Medidas de Minimização de Impacte Ambiental da Barragem dos Minutos

A Avaliação de Impacte Ambiental da Barragem dos Minutos (AIA) foi concluída em 29.04.1999, com a emissão de parecer favorável pelo Ex-Instituto do Ambiente, condicionado ao cumprimento de determinadas medidas de minimização. Posteriormente, a Licença de Construção da Obra dos Minutos acatou como carácter obrigatório todas as cláusulas contidas no parecer do AIA, tendo sido impostas mais de 50 condições especiais a cumprir e cuja execução foi acompanhada pela Comissão de Acompanhamento Ambiental da Obra (CAA0).

Entre essas, assumem especial relevo pelo volume de trabalho, carácter pioneiro e encargo associado, as seguintes:

- Florestação de cerca de 500 ha de sobre e azinho, ou adensamento de montados existentes em herdades do Estado, como compensação do impacte sobre o património florestal;
- Estudos Arqueológicos, que compreenderam a prospecção, escavação, remoção ou conservação "in situ" de cerca de 97 sítios arqueológicos identificados na área;
- Gestão e Manutenção de Habitats e Recuperação Paisagística, incluindo a construção de soleiras nas ribeiras, depressões para encharcamento, plataformas flutuantes para aves, arranjo paisagístico da faixa inter-níveis (NPA e NMC), a vedação da albufeira, a reconstrução de galerias ripícolas, entre outras;
- Monitorização da Qualidade da Água, estabelecimento do estado de referência e caudal ecológico da ribeira de Almansor, com a produção de dois estudos de fundo.

³¹ Eng.ª Agrónoma, DGADR, Av. Afonso Costa nº 3, 1949-002 Lisboa, cjacob@dgadr.pt

³² Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa nº 3, 1949-002 Lisboa, pteixeira@dgadr.pt

Os custos associados ao cumprimento das Medidas de Minimização e Compensação de Impactes Ambientais da Barragem dos Minutos, ascenderam a 4.229.192,10 € ou seja, cerca de 25 % dos custos da infra-estrutura e foram financiados pelo PAMAF (Programa Específico para a Modernização da Agricultura e Florestas – QCA II) e Programa AGRO (QCA III).

Conclusão

A execução das Medidas Minimizadoras referentes à construção da Barragem dos Minutos e a experiência adquiridas com outras obras do género fornecem, a todas as entidades com responsabilidade nestes processo sensíveis, elementos que poderão servir para uma reflexão objectiva sobre a matéria, necessária para aferição da razoabilidade das medidas propostas / executadas versus o respectivo custo / benefício já que se trata de investimento público, onde assiste especialmente a necessidade de uma boa gestão financeira e a racionalidade no dispêndio dos capitais.

Palavras-chave: Barragem, impactes, minimização

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE SABARIZ-CABANELAS

Modernização no Entre-Douro-e-Minho

M. Graça MOTA³³

O Aproveitamento Hidroagrícola de Sabariz – Cabanelas localiza-se ao longo das margens direitas do rio Homem e do rio Cávado, beneficiando 7 freguesias do concelho de Vila Verde: Sabariz, Vila Verde, Loureira, Soutelo, Prado, Cabanelas e Cervães, beneficiando uma área de cerca de 580 ha.

O regadio foi construído na década de 70, pela antiga Direcção Geral de Serviços Hidráulicos, Direcção de Serviços Fluviais do Douro. Apresenta duas zonas distintas, a de montante denominada bloco de Sabariz engloba as várzeas do rio Homem e dos ribeiros do Tojal, Pedome e Barge e beneficia cerca de 340 ha, a de jusante denominada bloco de Cabanelas, com aproximadamente 240 ha integra as várzeas do rio Cávado e dos ribeiros de Febros e Poriço. Este bloco foi alvo de um projecto de emparcelamento da responsabilidade da Junta de Colonização Interna.

A água para rega é derivada no rio Homem por um açude localizado a jusante da ponte de Caldelas e transportada por uma levada, “*Canal Principal*”, que se desenvolve ao longo da margem direita deste rio e do rio Cavado, numa extensão de 16,6 km. Este canal recebia ainda um reforço de caudal de mais 5 açudes localizados nas ribeiras de Tojal, Pedome, Barge, Febros e Poriço, por meio de sete canais com origem nestes açudes com uma extensão de 9 km.

Actualmente, devido ao enorme crescimento urbano verificado na freguesia do Prado, bem como à construção de novas infra-estruturas, como por exemplo as variantes à EN 101 e 201, o canal principal encontra-se nesses locais completamente destruído não sendo possível a reconstrução desse troço. Não tendo sido criados mecanismos para a gestão e manutenção do regadio, nem tendo sido entregue a uma junta de agricultores, o aproveitamento sofreu uma rápida deterioração de todas as infra-estruturas de rega.

O bloco de Cabanelas detém a área com maior interesse do ponto de vista agrário, não só por se tratar de uma zona emparcelada, como pelos solos de excelente aptidão para o regadio e por existirem empresários agrícolas com alguma dinâmica. Respondendo a um pedido dos agricultores de Cabanelas, o ex-IDRHa promoveu o estudo da reabilitação e modernização do perímetro tendo em conta a nova realidade criada pelo crescimento urbano.

A solução proposta pelo projectista COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente que mereceu o acordo da comissão de acompanhamento, (IDRHa, DRAEDM, Câmara Municipal de Vila Verde, e Associação de Agricultores) prevê a distribuição de água em pressão e em conduta fechada e a divisão do perímetro em 3 blocos.

a) Os dois blocos mais a montante, Sabariz I e II, cujas parcelas de rega são de pequena dimensão, beneficiando 36.12 ha e 18.40 ha respectivamente, têm ambas pequenas captações no rio Homem, a equipar numa fase posterior.

³³ Eng.ª Agrónoma, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, Lisboa, +351.21.844.24.47, gmota@dgadr.pt

b) O bloco de Cabanelas de 326,7 ha inclui não só a área que beneficiou de emparcelamento, como o bloco de Soutelo de 86.9 ha e o de Poriço de 27 ha e será o primeiro a ser reabilitado e que é o tema da presente comunicação.

A captação para este bloco será feita no rio Cávado, aproveitando o plano de água criado pelo açude da Empresa Fabril do rio Cávado sendo a rede de rega alimentada a partir da estação elevatória de Cabanelas a construir junto a este açude. O caudal total será dividido por 3 grupos em paralelo, sem grupo de reserva. O recinto vedado da EE de Cabanelas ocupa uma área total de 33,0 m por 20,0 m e compreende 3 estruturas principais: a tomada de água, o edifício da EE e a estrutura de apoio dos reservatórios hidropneumáticos (2) e dos filtros de malha (2). O edifício da EE de 2 pisos albergará no piso superior os equipamentos eléctricos. A tomada de água é constituída por um canal de derivação rectangular e pela câmara de aspiração onde ficam instalados os três grupos electrobomba submersíveis.

Para este bloco estão previstas 235 bocas de rega equipadas com contadores e reguladores de pressão. A distribuição de água às parcelas será em pressão com pressões superiores a 4,5 kg. Em simultâneo propõe-se a reabilitação de 5 caminhos existentes num comprimento total de 8 855 m e a construção de 4 novos, para permitir o acesso a parcelas encravadas, bem como à estação elevatória, num comprimento total de 1 091 m. Foi também identificada a necessidade de construção de 5 novas passagens hidráulicas em caminhos existentes

A rede de drenagem do aproveitamento é constituída por 5 linhas de água principais que são afluentes dos rios Cávado e Homem e ainda por várias valas de drenagem construídas no âmbito do projecto de emparcelamento do bloco de Cabanelas que perfazem cerca de 3,2 km de extensão. Está previsto o reperfilamento de 3 dessas valas (vala G, vala 7-R e vala E-R) e a construção de uma nova, a vala 8 de 374 m de extensão na área de Soutelo, para garantir com eficácia a drenagem das águas exteriores à área de regadio que são interceptadas pela ribeira de Barge.

Palavras-chave: Aproveitamento Hidroagrícola, modernização, Cabanelas

ASPECTOS TÉCNICOS E CONSTRUTIVOS ASSOCIADOS À EXECUÇÃO DE RESERVATÓRIOS REVESTIDOS COM GEOMEMBRANA

ISABEL GRAZINA,³⁴ DORA AMADOR³⁵

Os reservatórios com geomembrana são infra-estruturas relativamente rotineiras na engenharia hidroagrícola, cumprindo funções de armazenamento e regularização imprescindíveis à eficiência no regadio.

No EFMA, a ponderação das questões de optimização hidráulica e de eficiência do regadio levaram à inclusão de um número importante de reservatórios deste tipo nos diversos circuitos hidráulicos, quer nos circuitos primários, quer nos circuitos secundários, frequentemente associados a estações elevatórias, cumprindo funções de armazenamento/ regularização/ derivação.

As dimensões base e os volumes destas infra-estruturas são muito variáveis, podendo ultrapassar os 10 m de altura e os 300 000 m³ de volume – e encontram-se implantados normalmente em pontos altos, dominando as áreas envolventes a beneficiar e, por isso, sendo muito susceptíveis a “conflitos” com o património arqueológico e cultural e implicando um planeamento construtivo muito cuidado.

Estas infra-estruturas têm associadas um conjunto de órgãos anexos de segurança e de exploração (nomeadamente de descarga de fundo, descarregador de cheias e tomada de água e, ainda, por vezes, tamizadores) com soluções relativamente específicas e que implicam uma interacção particular com a geomembrana (e com o próprio reservatório).

Os custos associados a estas obras são já relativamente importantes, podendo frequentemente ultrapassar um milhão de euros e havendo que assegurar a sua fiabilidade enquanto elemento incontornável do circuito de adução ou de distribuição, em equação. Os aspectos técnicos e construtivos específicos destas obras assumem particular relevância neste contexto.

Entre outros, aspectos como os que se enumeram abaixo são de grande enfoque na qualidade e na segurança destas obras e na garantia de um comportamento adequado em serviço:

- Preparação, saneamento, escavação e regularização da fundação;
- Elementos de drenagem e de colecta;
- Aterros de preenchimento e em talude e aterros experimentais;
- Camada de base e geotextil;
- Colocação, ligação e encastramento da geomembrana;
- Obras anexas de segurança e de exploração e sua interface com a geomembrana;
- Acessibilidades e manutenção;
- Primeiro enchimento, plano de observação e exploração.

Assim, nesta comunicação são tratados estes e outros aspectos importantes, nesta problemática, utilizando casos concretos de obras e de cenários de construção de infra-estruturas do EFMA, discutindo-se também as questões associadas à programação geral e integrada dos trabalhos e à sua compatibilização com as interferências inerentes a questões ambientais, patrimoniais e outras.

³⁴ Eng.ª Civil, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, igrazina@edia.pt

³⁵ Eng.ª Civil, EDIA, Rua Zeca Afonso, 2 7800-522 Beja, 00351284315100, damador@edia.pt

Abaixo apresenta-se uma vista do reservatório de Brinches Sul, um dos que será abordado na presente comunicação.



Palavras Chave: Reservatórios, geomembrana, construção.

GESTÃO DA REDE PRIMÁRIA DO EFMA – MANUTENÇÃO DO REGIME DE CAUDAIS ECOLÓGICOS

O Caso do Sistema Alqueva-Pedrógão

Manuela RUIVO,³⁶ Martinho MURTEIRA,³⁷ Ana ILHÉU³⁸

RESUMO

Um dos principais impactes associados à construção e exploração de barragens são as consequentes alterações no regime hidrológico das linhas de água, tanto a montante, com a criação de um plano de água, como a jusante, com a artificialização do regime de caudais.

A redução dos caudais em trânsito e a alteração da variação sazonal dos caudais a jusante das barragens traduz-se em alterações ao nível de diversos descritores ambientais, referindo-se, a título de exemplo, a afectação de comunidades aquáticas. A manutenção de um regime de caudais ecológicos visa garantir a libertação de um caudal mínimo para jusante das barragens, o qual deverá assegurar a conservação e protecção dos ecossistemas aquáticos.

No caso do sistema Alqueva-Pedrógão, a definição do regime dos caudais de manutenção ecológicos baseou-se nos resultados do “*Estudo das Condições Ambientais do Estuário do Rio Guadiana e Zonas Adjacentes*” (adiante designado por Estudo do Estuário), promovido pelas autoridades portuguesas e espanholas. Com o referido Estudo pretendeu-se aprofundar o conhecimento existente ao nível dos potenciais impactes decorrentes da exploração dos empreendimentos de Alqueva-Pedrógão (em Portugal) e Andévalo-Chança (em Espanha) sobre o ecossistema estuarino e identificar as medidas a adoptar para assegurar a manutenção das condições ecológicas do estuário. Tendo abordado diversas componentes temáticas, este estudo define uma Situação Objectivo, a qual deverá ser assegurada no futuro, tendo por objectivo a protecção do sistema estuarino do rio Guadiana.

Após aprovação do Estudo do Estuário, em Outubro de 2003, foram definidas as condições operacionais a garantir pelo sistema Alqueva-Pedrógão, as quais têm por objectivo assegurar que o caudal ecológico libertado pela barragem de Pedrógão permite alcançar a Situação Objectivo. O relatório com as conclusões operacionais a garantir pelo sistema Alqueva-Pedrógão foi apresentada em Fevereiro de 2005, tendo a Comissão Europeia atribuído ao Estado Português a obrigatoriedade de cumprir as medidas aí preconizadas.

Considerando o Contrato de Concessão celebrado com o Estado Português é a EDIA a entidade responsável por assegurar o cumprimento das disposições constantes no “Estudo das Condições Ambientais no Estuário do Rio Guadiana e Zonas Adjacentes – Conclusões Operacionais”

³⁶ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mruivo@edia.pt

³⁷ Eng.º dos Recursos Hídricos, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mmurteira@edia.pt

³⁸ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, ailheu@edia.pt

Na sequência da decisão da Comissão Europeia a EDIA procedeu à implementação das medidas necessárias para assegurar o cumprimento do disposto no relatório das Condições Operacionais, sendo de referir que até à data de disponibilização deste relatório o caudal libertado para o rio Guadiana tinha em consideração o definido no “EIA do Estudo Integrado do Empreendimento de Alqueva” de 1995.

De acordo com as Conclusões Operacionais, o regime de caudais a libertar pelo sistema Alqueva-Pedrógão é definido mês a mês, com base nos valores de precipitação registados no posto udométrico de Portel, sendo ainda definidos valores mínimos instantâneos e diários a assegurar, assim como valores de caudal a garantir em determinadas situações específicas. É também definida a secção de controlo do caudal ecológico do sistema Alqueva-Pedrógão, a qual corresponde à secção do Pomarão, a montante da confluência com o Chança. No entanto, na prática, dada a insistência de uma estação hidrométrica nessa secção, o controlo do caudal libertado pela barragem de Pedrógão é realizado na secção do Pulo do Lobo.

Através da correcta gestão e exploração do sistema Alqueva-Pedrógão a EDIA têm vindo a promover todas as acções necessárias ao cumprimento das condições operacionais definidas no Estudo do Estuário, sendo esse controlo efectuado diariamente.

Pretende-se dar a conhecer a metodologia definida para o cálculo e controlo do regime de caudais a garantir pelo sistema Alqueva-Pedrógão, realizando-se uma breve análise das situações em que se verifica incumprimento e identificando-se as causas associadas.

Palavras Chave: EFMA, Sistema Alqueva-Pedrógão, caudal ecológico

REDES DE MONITORIZAÇÃO DA REDE PRIMÁRIA DO EFMA

Manuela RUIVO,³⁹ Martinho MURTEIRA,⁴⁰ Ana ILHÉU⁴¹

RESUMO

Consciente que a correcta gestão e exploração do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) depende da existência de mecanismos e instrumentos que visem o acompanhamento da qualidade da água fornecida e a compreensão da dinâmica do sistema, a EDIA tem vindo a promover uma série de acções com o objectivo de obter a informação base adequada à tomada de decisão.

Assim, desde o início do enchimento das albufeiras da rede primária do EFMA que se procede à sua monitorização, tendo as campanhas tido início em Fevereiro de 2002, com o encerramento das comportas da barragem de Alqueva. Com esta monitorização pretende-se identificar eventuais situações de risco para a qualidade da água armazenada, compreender as relações entre as diversas variáveis envolvidas e tentar estabelecer padrões de variação de qualidade, que permitam identificar e desencadear as medidas e procedimentos adequados à gestão do Empreendimento.

Com a evolução do EFMA e o aumento do conhecimento da dinâmica do sistema e das pressões existentes ao nível da qualidade da água, tornou-se fundamental definir um programa de monitorização que considera-se as diferentes infra-estruturas como uma unidade, sem deixar de ter em atenção os objectivos de cada uma delas e as especificidades do meio onde se inserem, ponderando devidamente as competências e obrigações da EDIA. É neste contexto que, em 2009, surge o *“Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais para o Sistema Alqueva-Pedrogão e Rede Primária de Rega – Fase de Exploração”*, no âmbito do qual foram revistos os programas de monitorização convencionais que decorriam à data e os propostos nas DIA e Pareceres aos RECAPE.

Em fase de aprovação pela Autoridade Nacional de AIA, este programa global define as acções de monitorização a implementar nas infra-estruturas da rede primárias do EFMA, visando, como objectivos gerais a avaliação da adequabilidade da água em trânsito e a sua adaptabilidade aos usos previstos no Contrato de Concessão, a integração das disposições de monitorização resultantes dos diplomas legais em vigor, face às responsabilidades da EDIA e a recolha de dados de suporte à tomada de decisão, com vista à gestão e exploração do EFMA.

Para além de definir os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a monitorizar, o programa global identifica também as acções necessárias à avaliação do estado ecológico das massas de água, o que permite avaliar os potenciais impactes da implementação do EFMA sobre as comunidades aquáticas de macrófitos, macroinvertebrados, ictiofauna e fitoplancton. Os parâmetros e periodicidades de amostragem propostos variam em função da informação que se pretende obter em cada local, adequando-se aos objectivos específicos das estações e/ou às características da área envolvente.

³⁹ Eng.º do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mruivo@edia.pt

⁴⁰ Eng.º dos Recursos Hídricos, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mmurteira@edia.pt

⁴¹ Eng.º do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, ailheu@edia.pt

Ao nível da monitorização físico-química e microbiológica, os parâmetros foram agrupados em função da informação específica que se pretende obter em cada local, tendo sido definidas as seguintes tipologias de estações: Captação-EFMA, Captação-Rega, Evolução Qualidade, Cargas Afluentes e Caudal Ecológico. A definição dos parâmetros ecológicos a monitorizar e respectiva periodicidade de amostragem teve fundamentalmente em conta as pressões a que as massas de água estão sujeitas, as características das infra-estruturas e a capacidade de suporte ecológico das linhas de água. Também neste caso os parâmetros e periodicidade de amostragem não são idênticos em todos os locais.

Com o objectivo de identificar variações bruscas na qualidade da água armazenada nas albufeiras, o que permitirá detectar com alguma celeridade eventuais situações de risco, a estratégia de monitorização das albufeiras de Alqueva e Pedrógão, origem de água de todo o Empreendimento, incide também na obtenção dados de qualidade em tempo real, tendo sido instaladas uma série de estações automáticas.

Considerando uma mais-valia a obtenção de dados que permitam compreender a dinâmica das albufeiras em profundidade, as estações localizadas nas albufeiras de Alqueva e Pedrógão têm instaladas sondas de qualidade a diversas profundidades. Tendo-se assumido como fundamental a articulação, complementaridade e subsidiariedade da rede da EDIA perante a Rede Nacional de Monitorização dos Recursos Hídricos, também em algumas das estações da Rede Nacional foram instaladas sondas a diversas profundidades.

Para além das estações de qualidade da água, o sistema de vigilância e alerta das albufeiras de Alqueva e Pedrógão integra também estações meteorológicas e hidrométricas, as quais fornecem informação que permite associar a componente quantitativa à análise dos dados de qualidade da água.

Pretende-se dar a conhecer a localização das estações de monitorização da rede primária do EFMA, identificando os seus objectivos gerais, assim como as principais premissas que estiveram na base das opções tomadas.

Palavras Chave: EFMA, albufeira, monitorização, estações automáticas

GESTÃO DAS ALBUFEIRAS INTEGRADAS NO EFMA

David CATITA,⁴² Manuela RUIVO,⁴³ Ana ILHÉU⁴⁴

RESUMO

No âmbito do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) é necessário constituir um conjunto de albufeiras ou proceder à requalificação de albufeiras já existentes, sendo que a EDIA promoveu, desde o início, um conjunto de actividades na área afectada a essas albufeiras cujos objectivos principais são a preservação da qualidade da água, através da eliminação de focos de degradação da mesma e a criação de condições de segurança para as diversas utilizações do plano de água pelos utilizadores. Estas actividades incidem sobre fases distintas das albufeiras: numa fase prévia ao enchimento e durante a fase de exploração das mesmas.

Assim, previamente ao enchimento das albufeiras, foram desenvolvidas actividades para preparar a área a submergir pelas novas albufeiras, sendo que a tipologia de intervenção depende do tipo de ocorrências detectadas e da sua magnitude.

A dispersão de ocorrências ao longo de milhares de hectares implicou a sua agregação de acordo com os meios necessários para a sua remoção, nomeadamente:

- Desmatação e desarborização;
- Desmantelamento e demolição de construções;
- Selagens de poços e furos;
- Remoção de resíduos e biomassa.

A desmatação, remoção de mato, e a desarborização, remoção de árvores, vivas ou mortas, tem sido promovida pela EDIA, implicando estas intervenções a remoção da parte aérea da vegetação, por corte raso, sem extracção da parte radicular, de modo a eliminar a existência de resíduos orgânicos que possam contribuir para a diminuição da qualidade da água, possibilitando a valorização adequada destes materiais.

A valorização mais frequente para o material lenhoso grosseiro é o aproveitamento energético como lenha ou carvão, tendo sido também realizada a valorização orgânica de algumas componentes mais finas, cuja quantidade geralmente não justifica destinos de valorização específicos.

O desmantelamento de construções, realizado de forma faseada, implica a separação dos diferentes materiais, de acordo com a sua composição e características, realizando-se o seu armazenamento e posterior encaminhamento para destino final adequado, privilegiando-se opções que promovam a valorização dos materiais.

A demolição das construções, tais como habitações, dependências agrícolas, e quaisquer outros elementos sem valor patrimonial que possam representar uma condição insegura na utilização futura da albufeira, realiza-se após o desmantelamento de todos os elementos não inertes,

⁴² Ciências do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, dcatita@edia.pt

⁴³ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mruivo@edia.pt

⁴⁴ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, ailheu@edia.pt

podendo os materiais resultantes permanecer no local ou serem aproveitados para outras utilizações.

A selagem de poços e furos é uma das actividades na qual se pode realizar o aproveitamento dos materiais inertes referidos anteriormente, uma vez que a fase inicial da selagem implica o preenchimento do poço ou furo com elementos inertes grosseiros, sendo a parte superior preenchida com material argiloso fino que possibilite a sua compactação e estanquicidade.

A remoção de resíduos não flutuáveis pode ser realizada na fase prévia ao enchimento, ou durante um abaixamento da cota das albufeiras que possibilite a intervenção. Neste contexto foram removidos resíduos tão diversos como lamas de suinicultura, tubagens de rega, viaturas abandonadas, equipamentos mecânicos e agrícolas obsoletos, produtos químicos, plásticos, entre outros.

Na fase de exploração das albufeiras integradas no EFMA a EDIA tem efectuado acções de remoção de resíduos flutuantes, em geral arrastados pelo vento para zonas mais abrigadas, bem como a remoção de plantas aquáticas, associadas a blooms, plantas terrestres mortas, e cadáveres de animais terrestres ou aquáticos, sendo no primeiro caso, em número inferior a cinco exemplares, no segundo da ordem dos milhares de exemplares.

A criação de condições de segurança numa albufeira é um processo dinâmico ao longo da vida de cada reservatório, que vai para além da preparação inicial anterior ao enchimento. Após a albufeira atingir um nível médio, a EDIA tem efectuada a sinalização destas albufeiras, de acordo com a legislação em vigor ou caso existam planos de ordenamento, de acordo com os mesmos. Esta actividade é efectuada através da colocação de elementos de sinalização, de entre os quais se destacam os placares na margem e nos principais acessos e bóias no plano de água.

Considera-se como prioritária a sinalização de segurança das barragens e órgãos de funcionamento, em especial das zonas definidas como interditas, tendo sido também sinalizados outros elementos, como pontes, embarcadouros e eixos de navegação, promovendo condições seguras e adequadas de navegação e a informação aos utilizadores do plano de água e da margem.

Também neste âmbito a EDIA tem exigido a sinalização das estruturas de captação de água, em albufeiras cuja autorização é realizada pela EDIA, as quais são sinalizadas de acordo com as normas internacionais de sinalização de pontos conspícuos em águas interiores.

A EDIA, tendo presente a importância dos recursos naturais para o EFMA, nomeadamente dos recursos hídricos, promove ainda uma vigilância permanente sobre as albufeiras, de forma a detectar atempadamente situações potencialmente danosas para a degradação das massas de água e situações inseguras.

Palavras-chave: Albufeira, gestão, preparação, descontaminação, sinalização

ACOMPANHAMENTO E INTEGRAÇÃO DE CAPTAÇÕES DIRECTAS DE ÁGUA PARA REGA EM ALBUFEIRAS

Aspectos técnicos, económicos e ambientais no caso do Sistema Alqueva-Pedrógão

Ana ILHÉU,⁴⁵ David CATITA,⁴⁶ Margarida BRITO⁴⁷

RESUMO

A implementação de um conjunto alargado de captações de água para rega directamente do Sistema Primário do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), com especial incidência no Sistema Alqueva-Pedrógão, obriga uma reflexão integrada sobre esta temática, bem como à necessidade de equacionar e desenvolver um conjunto de medidas e procedimentos de controlo técnico, económico e ambiental neste domínio. O objectivo desta comunicação é apresentar as questões consideradas como mais relevantes no âmbito dessa reflexão e o acompanhamento técnico-ambiental efectuado pela EDIA em relação às captações directas existentes no Sistema Alqueva-Pedrógão.

Actualmente a área regada através de captações directas do Sistema Alqueva-Pedrógão é de 7 545 ha, sendo que 71% da área corresponde à envolvente da albufeira de Alqueva e 29% corresponde à envolvente da albufeira de Pedrógão. Face à dispersão das captações directas, as quais se desenvolvem ao longo de uma margem global com mais de 1 000 km, bem como ao facto das áreas a regar estarem nas envolventes directas nas massas de água que constituem as origens de água do EFMA, o acompanhamento técnico-ambiental é complexo, mas fundamental para o sucesso do processo das captações directas das albufeiras integradas no EFMA.

Com base nestas premissas, e tendo presente as directrizes definidas previamente pela EDIA para a instalação das captações directas de água para rega, foram desenvolvidos internamente os procedimentos necessários para acompanhar de forma efectiva a instalação dessas captações e assegurar a implementação das condicionantes definidas pela EDIA. Ao nível do acompanhamento efectuado pela EDIA os aspectos considerados mais relevantes são:

- o cumprimento das condicionantes técnico-ambientais, de onde se destacam a implementação de boas práticas agrícolas e ambientais, com destaque para as práticas associadas à conservação do solo e ao armazenamento e aplicação de fito-fármacos;
- a integração dos requisitos associados aos instrumentos de gestão territorial;
- o controlo dos volumes captados, de modo a garantir a utilização racional da água captada dentro dos volumes autorizados.

⁴⁵ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, ailheu@edia.pt

⁴⁶ Ciências do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, dcatita@edia.pt

⁴⁷ Eng.ª do Ambiente, EDIA, Rua Zeca Afonso 2, 7800-522 Beja, +351.284315100, mbrito@edia.pt

O acompanhamento de proximidade, implementado pela EDIA, entre os técnicos e as diversas tipologias de agricultores, pretende estabelecer uma relação de confiança que promova a responsabilização dos diversos intervenientes no processo, desde o proprietário, passando pelas diferentes hierarquias de gestão, até aos operadores no campo, com o objectivo de assegurar a integração das directrizes da Empresa que suportam todo o processo associado à implementação de captações de água para rega directamente do Sistema Alqueva-Pedrogão.

Na presente comunicação abordam-se os aspectos supracitados e procura-se sistematizar as valências e condicionantes deste tipo de captações e de explorações, visando contribuir para a criação de soluções de Engenharia e de Ordenamento do Território que garantam a sua sustentabilidade.

Palavras-chave: Albufeira, captação, agricultura, ambiente, rega



**HOMENAGEM
AO ENG.º JOAQUIM GUSMÃO**



Eng.º António Gonçalves Ferreira

Apresentação do Eng.º Joaquim Gusmão,
na sessão de Homenagem pelo Eng.º António Gonçalves Ferreira

Senhora Ministra da Agricultura, Senhora Professora Assunção Cristas
Engenheiro Joaquim Rosado Gusmão
Minhas Senhoras e meus Senhores

1. Considero um privilégio, por lembrança da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos vir hoje aqui lembrar-vos, o que foi e continua a ser, a presença marcante do Senhor Eng.º Joaquim Rosado Gusmão em tudo o que à Hidráulica Agrícola, em Portugal, diz respeito.

Sem dúvida alguma, e estou certo que todos Vós me acompanhareis nesta minha profunda convicção, o Engenheiro Joaquim Gusmão é hoje a mais conceituada memória viva desse importantíssimo sector da engenharia e da economia agrícola.

O meu relacionamento profissional, com o Eng.º Gusmão, leva mais de 47 anos e o pessoal desde que me conheço.

A enorme amizade, respeito e consideração que me merece, só podem limitar a enumeração das suas muitas qualidades pessoais e o mérito dos inumeráveis trabalhos realizados.

Conheço bem as facetas mais vincadas do seu carácter e não quero, do modo algum, violentá-lo.

A humildade, de H grande, é aquela que é exercitada e entendida como o acerto contínuo do que se pode e do que se está a fazer, a mais ou a menos.

Humildade vem de húmus, terra fértil que nada é, mas que tudo pode produzir. A fecundidade das acções humanas revela a qualidade da Humildade de quem as realizou.

A fecundidade intelectual e de realização do Eng. Gusmão, ao longo da sua já longa vida, foi e é impressionante, em quantidade e qualidade; por isso, tantos, estamos hoje aqui.

A Hidráulica Agrícola foi a sua vida, e aí como muito poucos, percorreu todos os seus caminhos: foi projectista, construtor de obras, fiscal e ensaísta de sistemas e novas soluções hidráulicas que soube pôr a funcionar, com os meios e técnicas que só por Ele contadas nos transportam para a realidade de há sessenta / setenta anos; pensou, fundou e organizou organismos e empresas, foi dirigente de centenas de homens e mulheres criando sempre um espírito de Casa e de Equipa, com projectos e metas bem definidas.

Subiu todos os degraus da hierarquia dos Serviços da Hidráulica Agrícola. Participou e dirigiu a construção de Aproveitamentos Hidroagrícolas, organizou e pôs a funcionar a Obra de Rega do

Vale do Sorraia, presidiu à Direcção da Associação de Regantes do Vale do Sorraia, foi Presidente da Junta de Hidráulica Agrícola e Director Geral da Hidráulica e Engenharia Agrícola.

Como Secretário de Estado da Agricultura deixou a sua marca na aplicação da legislação sobre a Hidráulica Agrícola, normalizando a gestão das Associações de Regantes, entregando-a novamente aos agricultores a elas associados.

Assumi em organismos internacionais - Organização das Nações Unidas, Banco Mundial, Organização Meteorológica Internacional - postos de alta responsabilidade, coordenando Projectos no Brasil, Uruguai e Paraguai, isto quando o País entendeu que não necessitava da colaboração e do trabalho dos seus técnicos mais ilustres.

Atingiu a posição mais ambicionada por todo o ser Humano: o reconhecimento unânime de todo o amplo sector da actividade económica, como aquele que é o da Agricultura de Regadio, não só pela sua enorme capacidade técnica mas também, ou sobretudo, pelas suas raras qualidades humanas.

A forma como se relaciona com todas as pessoas, o seu modo de saber ouvir, a ponderação com que aborda situações delicadas, a sua seriedade, o saber mandar fazer, como escolher decisões que promovem desenvolvimento, o seu pragmatismo, a capacidade de convencer os agricultores a bem utilizar as infra-estruturas hidráulicas que lhes iam sendo postas á disposição, o não receio de correr riscos.

2. Sou empresário agrícola, há cerca de cinquenta anos no Vale do Sorraia, e é como agricultor e em nome, mesmo sem procuração passada, dos milhares de agricultores que com o Eng. Joaquim Gusmão conviveram no Lis, na Cela, no Vale do Sado, no Vale do Sorraia, no Vale do Mondego e por esse País fora, que queria dizer-vos a Vós e também a si Senhora Ministra, o que o Senhor Eng. Joaquim Gusmão representa para a Agricultura Portuguesa, e sobretudo para nós agricultores do regadio.

O Professor Rosado Fernandes, decano e figura tutelar do nosso Associativismo Agrícola, com a sua inigualável capacidade de síntese, definiu um dia o Engenheiro Gusmão dizendo:

“O Senhor foi quem ensinou este País a regar”.

A questão de regar bem, continúa actual e, mais, passou a premente.

Precisamos de pôr a render os milhões que o País tem investido em infra-estruturas de hidráulica agrícola.

A essas estruturas compete conduzir água em quantidade e de qualidade, pelo seu emaranhado de canais e regadeiras. Aos agricultores compete regar bem, produzir mais e melhor e rentabilizar esses investimentos.

Temos de transformar o emaranhado, inanimado, de estruturas hidráulicas por vezes grandiosas, num ferverilhar de coisa viva.

É dar um passo muito pequeno, mas simultaneamente muito complicado. É introduzir no sistema o Homem.

Introduzir no sistema a energia que lhe falta, e que não pode ser adjudicada a uma qualquer empresa, é introduzir-lhe nervo, sangue, espírito e a alma que impulsiona à criação. É humanizá-lo e pô-lo a render para a Sociedade e com certeza para os agricultores.

Ensinar a regar é mudar a sociedade rural e alguns dos seus mais antigos paradigmas, passar a poder controlar a grande aleatoriedade da produção agrícola - o stress hídrico. Regando quando o calor aperta e o ar seca, mas não esquecendo de controlar o seu excesso, drenando.

Regar é entrar para uma actividade muito exigente e intensiva; na necessidade de muito mais capital, de muito mais conhecimento, de mais formação, de mais profissionalismo do agricultor, de ir para além da colheita, entrar no mercado.

Regar muda a forma de viver a ruralidade, aquela que todos idealizamos e ligamos ao nosso imaginário infantil, há medida que cada vez mais nos urbanizamos. É entrar em sistemas de produção, que cada vez mais se aproximam dos dos outros sectores produtivos, com um progressivo aumento da sua complexidade.

Quem nos anos sessenta introduziu nervo, sangue, espírito e alma no regadio do Vale do Sorraia, o humanizou e ensinou a regar toda uma região, tendo a capacidade de visionar e prever a direcção a seguir foi o Eng. Joaquim Gusmão, nos doze anos que dirigiu a sua Associação de Regantes.

A Associação de Regantes foi a promotora da criação de Caixas de Crédito Agrícola, da Cooperativa agro-industrial - entrando na transformação industrial do tomate, do arroz, da fruta exportando no mercado mundial, promoveu a electrificação e a viação rural da zona regada, criou um parque de máquinas pesadas para a adaptação das terras ao regadio, conseguiu que se criasse uma politica de regularização fluvial e de recuperação das redes principais de drenagem e que as terras de cota mais baixas fossem defendidas com diques.

A direcção era clara, e dela resultou o passo essencial para transformar obras de rega em motores de arranque de um desenvolvimento regional sustentado, produzindo surtos de desenvolvimento que se reflectiram em todas as estruturas regionais.

Esta capacidade de realização, de apontar caminhos (estamos a falar de factos ocorridos nos anos sessenta) foi potenciada quando o Engenheiro Gusmão assumiu a Direcção da Junta de Hidráulica Agrícola e passou a tutelar todos os regadios oficiais.

Os resultados não se fizeram esperar e como cogumelos, experiências semelhantes foram nascendo no Divor, Caia, Sado, Roxo, no Mira.

Senhor Engenheiro Joaquim Gusmão, por tudo o que disse e pelo muito que não é possível descrever neste contexto, os novos e os velhos agricultores do regadio do Norte e do Sul do País não o esquecem e com muita gratidão se consideram seus discípulos. Muito obrigado pelo seu exemplo de trabalho e de Homem íntegro, que nos deu nestes, mais, de setenta anos de vida activa.

Muito Obrigado.

LNEC, 14 de Outubro de 2011



Joaquim António Rosado Gusmão

Terminou o curso de Engenheiro Agrónomo em 1946. Após estágio, foi contratado pela Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola. Trabalhou nas Obras do Vale do Sado, Vale do Lis, Paúl da Cela e Vale do Sorraia. Em Dezembro de 1957, foi nomeado Presidente da Direcção da Associação de Regantes do Vale do Sorraia, lugar que ocupou até Fevereiro de 1959, data em que tomou posse de Presidente da Junta de Hidráulica Agrícola. No período de Junho de 1976 a Junho 1982, exerceu funções de técnico superior na Organização das Nações Unidas, coordenando projectos no Brasil, Uruguai e Paraguai, dando simultaneamente cooperação ao Banco Mundial e à Organização Meteorológica Mundial. Regressado a Portugal, foi nomeado Director Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola [Agosto 1982 - Janeiro 1989]. Esta função foi interrompida de Outubro 1984 a Agosto 1987 para desempenhar os cargos de Secretário de Estado da Produção Agrícola e de Secretário de Estado da Agricultura.

Histórico da Implementação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas em Portugal

Conferência Proferida pelo Eng^o. JOAQUIM GUSMÃO

Senhora Ministra da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

Senhor Director do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Senhora Presidente da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

Senhores Engenheiros da Comissão Organizadora destas Jornadas Técnicas

A Comissão Organizadora das Jornadas Técnicas, designadas “A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas: actualidade e desafios futuros”, julgou que eu talvez fosse capaz de dizer algo sobre o tema das referidas Jornadas, intitulado “Histórico da Implementação dos Aproveitamentos Hidroagrícolas em Portugal”.

Eu aceitei com prazer o convite pois que considerei que tenho uma experiência acumulada e conhecimentos do assunto em causa, dado que iniciei a minha vida há muito, no ano de 1946, exactamente como engenheiro agrónomo estagiário da então Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, organismo de elite do Ministério das Obras Públicas, presidido por um grande Homem de acção, Engenheiro Civil António Trigo de Moraes, a quem a hidráulica agrícola deste País muito deve.

Cabe aqui deixar uma referência ao nosso distinto Professor de Hidráulica Geral e Agrícola, Professor Engenheiro Ruy Mayer, que aliava ao seu saber e vasta cultura geral, uma amizade ao Eng^o. Trigo de Moraes, da qual por certo resultavam conversações técnicas e sugestões relativas ao programa de obras a realizar no País.

Aquele organismo foi para mim e muitos outros uma escola de trabalho, com engenheiros competentes, esforçados, estudiosos e que projectaram e construíram as primeiras obras de rega em Portugal. Foi aí que eu me fiz engenheiro de campo e aprendi a fazer projectos, a construir rede de rega, a assentar equipamento de regulação em grandes canais, a conduzir água, a fazer grandes reparações em condutas, em estabelecer estações elevatórias em situações precárias; em

resumo, tive que me desembaraçar e resolver inúmeros problemas, de dia e de noite, sem horário, principalmente nos períodos de exploração dessas obras.

Daquela Junta saíram muitos técnicos para a Hidroeléctrica do Douro, para a Hidroeléctrica do Zêzere, para o Ultramar, para as empresas particulares de consultadoria de engenharia, para os Açores e para a Madeira; foram aplicar os seus conhecimentos e o seu saber executar, que ali se aprendia e que dificilmente noutros órgãos públicos se encontrava tal tipo de escola.

Pela idade a que cheguei, serei hoje um dos poucos sobreviventes do grupo de técnicos de diversas especializações que aquela Junta tinha (engenheiros civis, agrónomos, electrotécnicos, mecânicos, geólogos) que possa transmitir, aos actuais técnicos ocupados neste sector, algo de interesse do que se fez.

Por isso aceitei e aqui estou, já que não me lembro de outro técnico daquele tempo que aqui pudesse estar e que, por certo, me substituiria com vantagem para todos Vós.

Sabem todos os presentes melhor do que eu que as características climáticas de Portugal Continental em que a invernos relativamente chuvosos se seguem estios quentes e secos, determinam fortes restrições no ciclo vegetativo das plantas e consequentemente, também, nas actividades pecuárias. Desta forma, as plantas cultivadas no período Outono-invernal sofrem pelo excesso de água no solo e as do período primavera-estival pela escassez do mesmo recurso natural.

Assim o sentiram as populações que, ao longo dos tempos, executaram as mais diversas obras de rega, de drenagem e de defesa, que lhes permitiram aproveitar os recursos naturais disponíveis de uma forma mais racional.

Consequentemente nasceram e disseminaram-se por todo o País os regadios privados e colectivos ao longo dos cursos de água, aproveitando principalmente os solos de formação aluvionar. Só mais tarde se assiste ao aproveitamento de outro tipo de solos, recorrendo até à exploração de águas subterrâneas.

Nos anos de 1925 e 1926, a área total de regadio no País atingia já seguramente uns milhares de hectares, tendo como actividades vegetais o arroz, o milho, hortícolas, prados e lameiros e uma boa parcela de pomares.

Contudo, a escassez e a irregularidade de distribuição de chuvas ao longo do ano, verificando-se mais acentuadamente no Alentejo do que noutras regiões de Portugal, levou os poderes públicos a considerar a necessidade de ali introduzir o regadio em grande escala. Isso foi visionado e estudado desde 1884 por portugueses ilustres, como Almeida d'Eça, Oliveira Martins e Ferreira da Silva. A "Comissão de 1884" presidida pelo Engenheiro Almeida d'Eça, apresentou uma "lei rural", mandada elaborar pelo Ministro António Augusto de Aguiar, em que se refere o aproveitamento das águas do Alentejo.

Com a criação do Ministério da Agricultura em 1918, faz parte da sua constituição uma Direcção de Hidráulica Agrícola. A partir desta data, outros diplomas foram publicados com o mesmo objectivo, mas nada resulta, não tendo sido submetida ao regadio qualquer parcela no Alentejo.

O poder nascido com o "Movimento de 28 de Maio de 1926", preocupando-se com a situação económica e social do País, dá especial atenção à Agricultura, reestruturando no respectivo Ministério os serviços de hidráulica agrícola, numa tentativa de os integrar dentro de uma política de desenvolvimento.

Em 1930 surge novo organismo com funções específicas para a hidráulica agrícola, designado Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, subordinado ao Ministério da Agricultura. Da pouca actividade deste Ministério no sector em causa, resultou a transferência da tutela da Junta para o Ministério das Obras Públicas e Comunicações, em 1932.

Como resultado desta transferência de Ministério, logo em 1933 se dá início à construção do primeiro aproveitamento de natureza colectiva, no Ribatejo - Drenagem do Paúl de Magos e beneficiação, também, pela rega dos mesmos solos, para o que se construiu a 1ª barragem, não sem algumas dificuldades.

E a Junta Autónoma não pára. Logo em 1935 dá início a outras obras, em zonas difíceis nos aspectos económicos e sociais; áreas apaúladas, com dificuldades de drenagem natural (Cela e Loures); pequena propriedade com necessidade de rega (Alvega e Burgães); grande propriedade a precisar de regadio para combater o baixo desenvolvimento social (Idanha-a-Nova) e à grande obra hidráulica, dando preferência ao Alentejo, regularizando os caudais do curso inferior do Sado, construindo duas barragens, uma na ribeira das Alcáçovas e outra no rio Xarrama (Pego do Altar e Vale de Gaio, respectivamente).

Assim se iniciam trabalhos em 6 aproveitamentos interessando no total 16.300 hectares, requerendo como infra-estruturas principais 4 barragens, estações elevatórias para rega e enxugo, colectores de drenagem, diques de defesa, grandes canais, muitos quilómetros de rede secundária de rega, caminhos, estradas, linhas de energia e casas de cantoneiros, além de outras obras complementares que não se dispensavam em estaleiros.

Em Fevereiro de 1937, com a publicação da Lei nº 1949, embora com algumas dificuldades financeiras, austeridade e disciplina nos gastos públicos é dado outro forte impulso no desenvolvimento da hidráulica agrícola e conseqüentemente, no aumento da área beneficiada no Continente.

Mesmo assim, com este esforço legislativo, acompanhado do lançamento de alguns empreendimentos ficou-se aquém das acções que se realizaram em países como a Itália, Espanha e França.

Mas logo, em 1936, é lançado outro aproveitamento designado por Obra de Rega da Veiga Chaves, com uma infra-estrutura diferente - açude no rio Tâmega, um canal principal e uma rede secundária de rega muito densa para benefício de pequena propriedade.

E no ano de 1936 assim era a Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, com 8 obras em construção desde Trás-os-Montes até ao concelho de Alcácer do Sal, onde se desenvolviam as obras do Vale do Sado; tudo a partir de projectos realizados por engenheiros portugueses, funcionários da já referida Junta, que só em casos muito especiais, recorria à consultadoria externa.

Igualmente as obras se iam executando no campo sob a coordenação e direcção de outros colegas que, com elevado espírito de equipa e suportando alguns sacrifícios, iam construindo, estudando e adaptando no terreno o que antes se julgava um sonho.

Não me esqueço dos dois primeiros canais secundários que construí por administração directa no Vale da Terça (Vale do Sado); comecei por planear na carta e, percorrendo o terreno, o traçado dos distribuidores a partir do Canal Principal; depois fiz toda a topografia (as cadernetas eram calculadas à noite, no escritório com o auxílio de um candeeiro a petróleo); nesta fase deixava-se logo o canal implantado com os seus vértices seguramente fixados. Desenhavam-se seguidamente, os perfis longitudinal e transversais, desenvolviam-se os cálculos hidráulicos, orçamentava-se, preparando-se o projecto com a respectiva Memória Descritiva, o que se submetia à aprovação dos órgãos técnicos superiores da Junta.

Uma vez aprovado dava-se início às obras de construção. Hoje nada se realiza assim!

A começar pelos levantamentos topográficos, que dispõem de modernos equipamentos e se apoiam em cartografia já actualizada na maioria das regiões, até à elaboração dos cálculos hidráulicos e estruturais dos principais elementos que são realizados através de sofisticados programas, apoiados em meios informáticos individuais, projectam-se hoje obras para todos os

tipos de rega - clássica de gravidade, por aspersão e localizada, quase só sobre cartografia, com pouca estadia no campo.

O mesmo se diz dos métodos e dos meios que se utilizam na construção no sector da hidráulica agrícola, pois até já se recorre a máquinas para revestir interiormente canais de grande secção, não referindo os modernos equipamentos que se encontram no mercado para resolver os mais diversos problemas hidráulicos.

Não há comparação possível entre o passado e o presente, a não ser na selecção dos recursos naturais.

Até são diferentes os organismos e os técnicos que tratam estas matérias.

Voltando às obras em curso, que pela forma como se conduzia a sua execução envolviam um razoável número de técnicos de campo, só em 1936 se concluiu a Obra do Paúl de Magos; em 1939 terminaram-se as Obras de Campos da Cela, de Loures e de Alvega; em 1942 concluíram-se os trabalhos da barragem de Burgães; e em 1949 foram finalizadas a Obra da Veiga de Chaves e as obras do curso inferior do rio Sado.

Poderemos dizer que este Aproveitamento do Vale do Sado é a primeira obra de rega levada a efeito no Alentejo pelo Estado, tendo a sua construção sido afetada pelas grandes dificuldades que se sofreram em Portugal com a última grande guerra.

Ficou equipada para regar 6.171 hectares, por não ter sido executada a defesa dos terrenos de sapal na margem direita do rio Sado, o que aumentaria a área equipada em mais quase 3.000 hectares.

Não havendo disponibilidades de água no armazenamento criado pela barragem do Pego do Altar, planeava-se regar esta área de sapal com águas subterrâneas a captar nos mesmos solos.

Foi na pesquisa de águas subterrâneas no sapal da Marateca que eu iniciei a minha vida de engenheiro de hidráulica agrícola. Fui para tanto admitido como estagiário, a ganhar 30\$00, no Ministério das Obras Públicas, no ano de 1946 e foi nesse trabalho de pesquisa de águas subterrâneas e reconhecimento que fiz o meu Relatório Final. Embora tivessem resultados positivos os trabalhos de pesquisa, não se avançou com a obra, julgo eu por dificuldades financeiras.

Seguiu-se em 1942, a construção do Aproveitamento de Campilhas e São Domingos, na bacia superior do rio Sado, com vista à rega de 1.842 hectares, obra só concluída em 1954.

O Aproveitamento Hidroagrícola de Silves, Lagoa e Portimão, com uma barragem no rio Arade, estações elevatórias e rede de rega com alguma densidade, foi projectado para rega de 1.900 hectares, área que foi excedida pela forte motivação dos agricultores e por uma associação de regantes muito bem conduzida. A sua construção decorreu no período 1944-1956.

Actualmente este Aproveitamento, a que foi subtraída a parte de produção de energia eléctrica, tem as suas disponibilidades de água reforçadas pela construção de uma segunda barragem a montante na mesma linha de água (barragem do Funcho) e pela derivação de águas da albufeira de Odelouca.

Cabe aqui referir que, no ano de 1949, o Governo decretou a fusão da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola com a Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos (dois órgãos do mesmo Ministério), nomeando como Director Geral o Engenheiro Trigo de Morais. Esta fusão de serviços, a intrusão de técnicos e acima de tudo, a perda de autonomia administrativa e financeira que se dispunha na Junta, causa nos trabalhos de construção principalmente, alguma perturbação, que se foi diluindo com o tempo, e centrando em procedimentos ligeiramente diferentes, de acordo com as normas legais atribuídas a uma direcção-geral clássica.

Toda a equipa que passou da hidráulica agrícola continuou nas funções e sectores em que então trabalhava, sem qualquer quebra de prestígio. A classe agronómica e de engenharia rural foi integrada na Direcção-Geral, em repartição própria, com várias secções, tais como solos, economia e sociologia, estudos e projectos de rede de rega, construções rurais, avaliações e expropriações, entre outras.

Esta integração de organismos deu à Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos um poder e uma projecção que anteriormente não tinha no País, pois que toda a equipa de projectos e obras do sector civil se passou para a Direcção-Geral.

Com esta integração passou a fazer parte da actividade da equipa técnica da ex-Junta, os trabalhos então em curso na obra do rio Lis, que se tinha iniciado pela Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, sob direcção superior do Professor Manzanares do IST.

Foi uma obra com objectivos diversos, fluvio marítima, defesa, enxugo e rega. Ainda hoje não tem o seu principal problema resolvido para a agricultura, que é constituído pela insuficiente disponibilidade de água para a rega dos seus 2.145 hectares.

Os seus trabalhos decorreram de 1943 a 1957.

Sob a tutela da mesma Direcção-Geral, mas directamente executada sob gestão da Associação de Defesa da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, iniciaram-se em 1953, e desenvolviam-se com alguma lentidão, os primeiros trabalhos de enxugo e defesa da Lezíria Grande.

Este Aproveitamento veio a ter uma alteração profunda nos objectivos, planos e estudos, considerando-se, também a rega e dessalinização de alguns blocos, após 1975.

A Região do Algarve continua presente nos planos da Hidráulica Agrícola e, como consequência, é executado o Aproveitamento de Campos do Alvor, para enxugo, defesa e rega de 1.747 hectares, para o que se construiu a barragem da Bravura.

No período de 1951 - 1959 constrói-se o Aproveitamento do Vale do Sorraia, obra de fins múltiplos, produção de energia e rega de 15.365 hectares, situando-se 3.158 hectares na província Alentejana.

Em Dezembro de 1954 surge o chamado "Plano de Rega do Alentejo", através de um despacho do Ministro das Obras Públicas, Eng^o Arantes e Oliveira, que marcou à Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, a formulação de um Plano Geral de acção com vista a valorizar pela rega a Região Alentejana.

Além da rega, os recursos hídricos a captar haviam de satisfazer as necessidades do abastecimento às populações e às indústrias, servindo, também, o turismo, onde a actividade particular o viesse a desenvolver.

O Plano de Rega do Alentejo era encarado, para além do seu valor próprio, como uma base essencial para um plano mais vasto de valorização integral do Alentejo. Inicialmente, o Plano previa o recurso à elevação das águas dos dois grandes rios Tejo e Guadiana, além do aproveitamento dos recursos próprios das bacias da região.

Depois de estudos muito desenvolvidos, considerando várias hipóteses de soluções e aproveitamento de recursos diversos (rios Tejo, Guadiana, Degebe, Ardila, ribeiras do Safarejo e do Murtigão), o parecer do Conselho Superior de Obras Públicas e tendo, ainda, em conta as negociações desenvolvidas com o Reino de Espanha, através do Convénio Luso-Espanhol Sobre os Rios Fronteiriços, abandonou-se um pouco o plano do recurso ao Tejo, dando preferência ao Guadiana, preterindo-se até a hipótese de construir a barragem da Amieira, no rio Degebe.

Devo referir que todos os estudos e planos, com as suas diversas soluções, foram realizados por engenheiros da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, permitindo-me aqui deixar lem-

brança da grande participação que tiveram nesse estudos os engenheiros civis Rui Sanches e Faria Ferreira e os dois jovens engenheiros agrónomos da mesma Direcção-Geral, professores hoje já jubilados Zózimo Rego e Fernando Estácio.

De todo o grande volume de estudos realizados foi aprovado em Julho de 1966 dar continuidade à execução do Plano de Rega do Alentejo com apoio na grande albufeira de Alqueva e de outra a jusante, no mesmo curso de água - a de Rocha da Galé - garantindo a rega de 134.500 hectares e o estabelecimento de uma central hidroeléctrica com três grupos turbina-bomba, com uma potência instalada de 300 MVA.

Como todos sabem o que se está a construir afasta-se algo do que então se planeou.

Não me vou alongar com as razões porque é criada, em Novembro de 1959 (Decreto-Lei nº 42665) a Junta de Hidráulica Agrícola, que passou a ser Órgão de Cúpula coordenador de todos os regadios de carácter colectivo, de iniciativa estatal, sem desautorizar as associações de regantes a que os mesmos regadios estavam entregues.

A Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos não era o Organismo adequado para impulsionar os regadios sob os aspectos do desenvolvimento agrícola, económico e social, já que a sua estrutura e os seus meios humanos estavam preparados para outras acções.

A Junta de Hidráulica Agrícola com autonomia administrativa e financeira, com dotações anuais através do Orçamento do Estado e receitas próprias da venda de energia produzida nas centrais dos aproveitamentos que as tinham, muito desenvolveu os regadios em exploração por meio de ajudas à sua conservação, à construção de estradas e caminhos, ao estabelecimento de linhas para electrificação rural, a trabalhos de regularização fluvial e outros.

Após aprovação do Governo da República Federal da Alemanha, o Governo Português, em 1962, contraiu um empréstimo a longo prazo de 150 milhões de marcos, junto do KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau), a baixo juro, para financiar determinados empreendimentos a realizar em Portugal. A parcela de 100 milhões de marcos daquele empréstimo destinou-se ao suporte do custo das obras da primeira fase do Plano de Rega do Alentejo.

As obras que constituíram essa primeira fase do Plano de Rega do Alentejo - aproveitamentos hidroagrícolas de Mira, Caia, Roxo e Divor - interessando uma área total de 24.848 hectares, iniciaram-se em 1963.

A segunda fase do Plano teve início em 1968, com a construção dos aproveitamentos do Alto Sado e de Odivelas e, em 1973, com a construção da Fonte Serne, projectando-se com os três a rega de 10.502 hectares.

Assim, no final de 1974, o Estado tinha construído no Alentejo obras de rega de carácter público e colectivo, para beneficiação total de 44.784 hectares, utilizando apenas os recursos hídricos regionais, sem qualquer reforço do Tejo ou do Guadiana.

A Região Transmontana é, também objecto de atenção no que respeita a aproveitamentos hidroagrícolas, por iniciativa do Estado. Tem, assim, lugar a construção dos aproveitamentos de Alfândega da Fé, do Salgueiro e da Burga, em 1968, em 1972 e em 1973, respectivamente. No seu total, equiparam-se para rega 1.064 hectares, aproveitando recursos hídricos superficiais, para o que se construíram 3 barragens.

Termina esta análise ao ciclo que consideramos de 1926 a 1974, podendo dizer-se que o projectado e o construído foi para beneficiação pelo sistema de rega por superfície, exceptuando-se a Burga, Alfândega da Fé e o Salgueiro que se projectaram e construíram para rega sob pressão. Começava-se, nesta época, em muitos sectores da engenharia e nalgumas empresas agrícolas a pensar na rega por aspersão.

Poderemos dizer que no Continente a área total equipada, em 1974, incluindo os três tipos de regadio, que essencialmente se consideram (natureza particular, os tradicionais colectivos constituídos e acompanhados pelas antigas direcções hidráulicas externas e os de carácter público levados a efeito pelo Estado) seria da ordem dos 600.000 hectares, em que a maior parte cabe à iniciativa privada.

Alguma perturbação ocorreu no ano de 1974, que mais se notou no que designamos por obras de rega de carácter público, que se encontravam já em exploração. Os activistas de esquerda meteram-se principalmente com as associações de regantes.

No sector de obras em estudo dá-se praticamente em 1976-1977 reinício ao desenvolvimento dos estudos na Lezíria de Vila Franca de Xira, com vista à sua beneficiação total (13.000 hectares), tendo contado com a cooperação de especialistas holandeses para estudar a recuperação dos solos salgados, que ocorrem nalguns blocos.

No mesmo período arrancam os estudos para o Aproveitamento do Baixo Mondego (12.369 hectares), encontrando-se já em construção a barragem da Aguieira, no rio Mondego, para produção de energia e outros fins.

Dá-se início, também aos estudos do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira (14.570 hectares).

Quer o Baixo Mondego, quer a Cova da Beira só agora, em 2011, estão quase concluídos pela deficiência das dotações orçamentais, que os sucessivos Governos nestes anos todos lhe têm inscrito.

Quer para o Projecto do Baixo Mondego, quer para o Projecto da Cova da Beira, contou o Governo Português com a cooperação técnica e com a cooperação financeira da República Federal da Alemanha e do Banco Europeu de Investimento, respectivamente.

A cooperação técnica Luso-Alemã, que se iniciou em 1978, contemplou diversos sectores de actividade agrária, sendo alguns relativos às acções empreendidas pela hidráulica agrícola. Esta cooperação foi estabelecida com a G.T.Z. (Sociedade Alemã de Cooperação Técnica), organismo tutelado pelo Ministério da Cooperação Económica da República Federal.

A cooperação financeira respeitou a vários empréstimos a baixo juro, tendo-se negociado quatro operações para o Projecto do Baixo Mondego e uma para as obras da Cova da Beira.

Praticamente até esta data o planeamento dos regadios a estabelecer no Continente e ilha da Madeira e os correspondentes estudos prévios e de viabilidade, assim como a elaboração de projectos estiveram ao cuidado do Ministério das Obras Públicas, com actividades atribuídas às diversas especialidades de engenharia, do quadro da mesma Direcção-Geral.

Como funcionário que fui dessa Direcção-Geral posso afirmar que havia total entendimento pessoal e profissional, embora o ministério da Economia considerasse que a parte agrícola e de engenharia rural dos projectos devesse ser sua atribuição.

Só com a entrega das obras já concluídas, às associações de regantes, era requerida actuação daquele Ministério e de alguns dos seus técnicos.

Em 1977, com a criação da Direcção-Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola, passa para este Organismo enquadrado no Ministério da Agricultura, a responsabilidade da concepção, pelos estudos de viabilidade, pela elaboração de projectos e execução de obras de hidráulica agrícola, até aos circuitos primários. Integra-se nela, também, toda a acção que competia exercer à Junta de Hidráulica Agrícola, que por isso é extinta.

Em Julho de 1982, é publicado outro decreto-lei, procurando imprimir uma nova orientação na gestão dos aproveitamentos e introduzindo as direcções regionais de agricultura no esquema de concepção, estudos e realização de obras nas áreas da sua jurisdição.

Não foi sem dificuldades que estes organismos entram no processo, já que lhes falta nos seus quadros os técnicos conhecedores e especializados em engenharia rural, requerendo, por isso, a legal cooperação da Direcção-Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola, recorrendo principalmente às empresas portuguesas de consultadoria para a elaboração de estudos e projectos.

Pessoalmente e por razões técnicas não concordei muito com esta salada de várias direcções a mexerem no mesmo espaço geográfico, pequeno como é o nosso Continente.

Mas enfim, há que cumprir o que legalmente se estabelece, o que ainda demorou um largo período, pois que foi necessário adaptar os diplomas regulamentares das direcções regionais.

E lá de legislação não é a falta!

Depois do que citei publicaram-se outros diplomas, mas não me parece dever perder-se tempo com a sua enumeração.

Merece referência a criação do Instituto de Gestão e Estruturação Fundiária, em substituição da Junta de Colonização Interna, anulando completamente o auxílio financeiro, que esta última prestava aos agricultores, ajuda que permitiu construir muitas infra-estruturas donde resultaram alguns milhares de hectares de regadios particulares.

Simultaneamente ao desenvolvimento dos projectos e obras do Baixo Mondego e da Cova da Beira, decorrem outras acções para novos empreendimentos, devendo citar os de maior importância, seguindo alguma ordem cronológica e de localização por regiões agrícolas.

No Alentejo desenvolve-se a construção do Aproveitamento da Vigia, com 1.500 hectares, no período de 1975 a 1981, e em 1972 e 1977 concluíram-se, respectivamente, as barragens de Odivelas e Alvito, ambas no mesmo curso de água, não só para abastecer o regadio do designado Aproveitamento de Odivelas, como também para a sua integração posterior no Sistema Global de Rega do Empreendimento de Alqueva.

Outros empreendimentos de média dimensão se construíram no final da década de 80 e durante a década de 90; podem mencionar-se o Lucefecit, Bouça-Couva, Apartadura e Arcossó.

Com os objectivos de abastecimento público e de rega, decorreu de 1992 a 1999, a empreitada de concepção/construção do empreendimento do Sotavento Algarvio (barragens de Odeleite e de Beliche, túneis, reservatórios, estações elevatórias e rede de rega para 8.100 hectares). No mesmo período executam-se, também, obras no Barlavento Algarvio, o Bloco do Benaciate. Entre 2000 e 2006, executam-se obras de hidráulica agrícola aproveitando solos e água em todas as direcções regionais (Trás-Os-Montes, Beiras Litoral e Interior, Ribatejo e Oeste, Alentejo e Algarve), destacando pela sua superfície o Aproveitamento de Minutos (1.532 ha), a Lezíria de Vila Franca (3.300 ha) e o Vale da Vilariça (1.790 ha).

Está em curso o Aproveitamento de Veiros com 1.114 hectares.

Falta referir o que se encontra, também, em fase de obra, o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

Poder-se-á dizer que assinado em Dezembro de 1996 o contrato para construção da barragem, as obras tiveram início no princípio de 1997, que se fecha a barragem em 2002, já se rega e produz energia presentemente, mas que na sua totalidade os trabalhos não estão concluídos para a beneficiação dos cerca de 112.000 hectares.

Este grande empreendimento tem a sua história, que está excepcionalmente bem exposta na publicação da EDIA, da autoria do Eng^o Rui Sanches, que contou com a colaboração do Eng^o José de Oliveira Pedro.

Não sou eu, portanto, que nesta curta intervenção me atrevera a destacar o Empreendimento perante técnicos que até sabem mais dele, do que eu.

Um ou outro aproveitamento não foi referido nesta descrição, já que a mesma teve que se enquadrar no programa das Jornadas. Não houve outra razão. Atrevo-me a considerar que terminou em 2010/2011 um ciclo para a hidráulica agrícola e que por isso, se podem apresentar valores. Excluindo do raciocínio a área já equipada do sistema Alqueva, temos no Continente aproximadamente 540.000 hectares equipados para o regadio, nalguns casos com defesa e enxugo, cabendo 224.000 hectares ao sector colectivo, com a nota de que muitos regadios tradicionais estão inactivos ou mal explorados. Refiro-me aqui aos tradicionais regadios associativos, apoiados pelas direcções hidráulicas externas.

Na concretização dos sistemas clássicos de regadios, projectaram-se e construíram-se obras a que correspondiam consumos de água, na rega por gravidade, que hoje se consideram elevados.

A necessária e indiscutível economia de água, os condicionamentos ambientais que presentemente são postos na atribuição de volumes á agricultura, as recomendações da Organização das Nações Unidas, através do seu Conselho Mundial da Água e a economia da mão de obra, leva-nos a eleger projectos de regadio com mais baixos consumos médios por hectare. Há presentemente, em todo o Mundo, uma forte motivação no que respeita à utilização racional da água. Recorre-se, para tanto, à rega sob pressão e à rega localizada.

A rega sob pressão exige quase sempre um elevado consumo de energia. Quando essa energia não é, pelo menos em parte, produzida no próprio aproveitamento, o seu fornecimento será feito pela rede geral e aí o encargo pesa e pesará cada vez mais, já que não se espera que o preço do KW baixe.

Para finalizar, cabe referir que desde o início do processo de construção pelo Estado, dos regadios colectivos, qualquer que fosse a sua dimensão geográfica, uma vez concluídos, eram entregues para exploração e conservação às associações de regantes e beneficiários.

Os actos de entrega nem sempre ocorreram nas oportunidades que legalmente está estabelecido e previsto; surgiram por vezes dificuldades técnicas que o impediram; outras foram normais; mas no seu conjunto poderemos afirmar que todos os aproveitamentos estão legalmente entregues e bem explorados pelas respectivas associações.

Também podemos afirmar que de todos os aproveitamentos resultaram benefícios económicos, sociais e humanos positivos, uns mais do que outros, face aos recursos naturais do território onde se estabeleceram.

Não cabe aqui fazer a apologia dos benefícios da rega, da drenagem, da defesa, da correcção dos solos.

Eles são conhecidos.

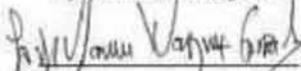
Há ainda apreciáveis parcelas a estudar e a considerar quer no Continente, quernas Regiões Autónomas que carecem da atenção daqueles portugueses a quem cabe, no presente e no futuro, a promoção do nosso desenvolvimento económico, lembrando que "toda a instalação humana é uma amálgama de um pouco de terra, de um pouco de água e de um pouco de humanidade".

Diploma de Mérito

*Homenagem de Carreira e de Reconhecimento Profissional
ao Engenheiro Joaquim Gusmão, pelos Serviços Altamente Meritórios
Prestados à Agricultura Portuguesa.*

Lisboa, 14 de Outubro de 2011

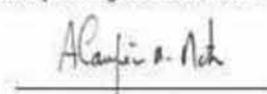
O Presidente da
Comissão Organizadora das Jornadas
Técnicas APRH | A Engenharia dos
Aproveitamentos Hidroagrícolas


JORGE VAZQUEZ

A Presidente da
Comissão Directiva da Associação Portuguesa
dos Recursos Hídricos


ALEXANDRA SERRA

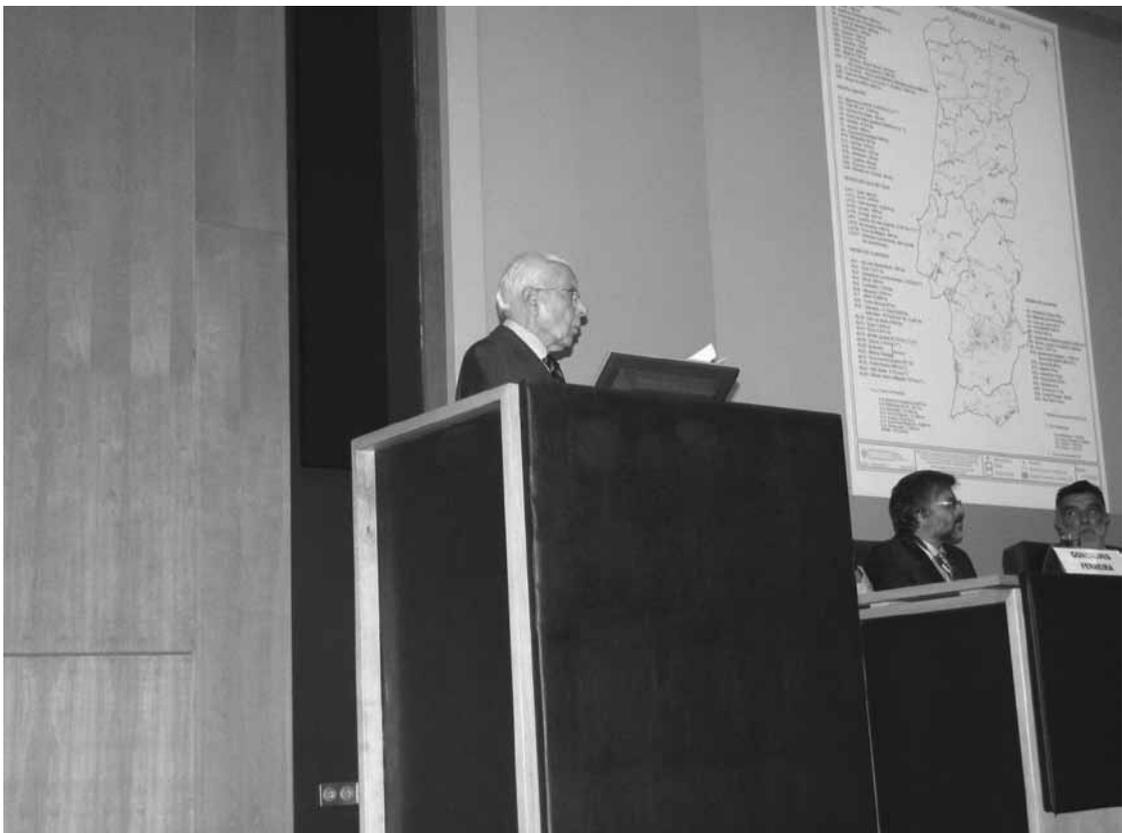
O Presidente da
Comissão Especializada de Água e Agricultura da
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos


ANTÓNIO CAMPEÃ DA MOTA





Fotografia1 – Eng. António Gonçalves Ferreira



Fotografia 2 – Eng. Joaquim Gusmão



Fotografia 3 – Eng. Joaquim Gusmão



Fotografia 4 – Eng. Joaquim Gusmão



Fotografia 5 – Dr^a Assunção Cristas. Ministra da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território



Fotografia 6 – Entrega do Diploma



Fotografia 7 – Auditório durante a conferência



Fotografia 8 – Dr.ª Assunção Cristas e o Homenageado



**OS COORGANIZADORES
A EDIA
A DGADR**

EDIA - EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.

APRESENTAÇÃO

As primeiras referências quanto à necessidade em criar uma reserva estratégica de água no Rio Guadiana datam de há pelo menos 100 anos, mas só no final da década de cinquenta o projecto ganha forma com o Plano de Rega do Alentejo. Pretendia-se então construir uma grande barragem que fosse origem de água para um conjunto de infra-estruturas de rega que permitissem o desenvolvimento da agricultura alentejana.

A crise petrolífera da década de 70 veio incrementar no País a instalação de centrais hidroeléctricas para produção de energia, tendo essa valência sido acrescentada ao projecto inicial.

Em 1975 o Governo aprova a realização do Projecto e um ano mais tarde avançam as primeiras obras no sítio da barragem de Alqueva. Foram construídas as ensecadeiras, túnel de desvio provisório do rio, acessos e instalações de apoio à empreitada. Obras que foram interrompidas em 1978.

Com a perspectiva de entrada de Portugal na União Europeia, o projecto foi retomado, reavaliado e aprovado. Surge então o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, um Projecto multissectorial onde, para além das vertentes agrícola e energética, foram identificadas várias áreas de intervenção com potenciais valias económica, social e ambiental, fazendo dele um projecto para o desenvolvimento regional.

Em 1993 o Governo anuncia a sua retoma e em 1995 é criada a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A. (EDIA, S.A.) com sede em Beja, que, para além da responsabilidade em construir as infra-estruturas, fica igualmente responsável pelo processo de desenvolvimento a ele associado.

A EDIA gere o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), um dos maiores projectos de desenvolvimento regional actualmente em curso em Portugal. Com sede em Beja e presentemente com 189 funcionários, a EDIA é a primeira sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos sediada no interior do país contribuindo, desta feita, para a promoção e desenvolvimento económico da região onde está inserida. Assim, enquanto Empresa detentora de um projecto empresarial de relevo e gestora do Empreendimento posiciona-se, na região Alentejo, como uma referência estratégica incontornável.

Criada pelo Decreto-Lei N.º 32/95, de 11 de Fevereiro, a EDIA teve como objecto social a concepção, execução, construção e exploração do EFMA e a promoção do desenvolvimento económico e social da sua área de intervenção, que corresponde total ou parcialmente, a 20 concelhos do Alentejo, tendo-lhe sido acometida a titularidade dos direitos e obrigações que anteriormente pertenciam à sua Comissão Instaladora.

Após diversa legislação sobre este tema é publicado o Decreto-Lei N.º 42/2007, de 22 de Fevereiro de 2007, que define o regime jurídico aplicável à gestão, exploração, manutenção e conservação das infra-estruturas que integram o EFMA, e altera e revoga a legislação anterior. Com este Decreto-Lei, concretizou-se a recentralização dos objectivos da EDIA, enquanto entidade gestora do EFMA, com o seguinte **objecto social**:

- A utilização do domínio público hídrico afecto ao Empreendimento, para fins de rega e exploração hidroeléctrica, mediante contrato de concessão celebrado nos termos da Lei N.º 58/2005, de 29 de Dezembro.
- A concepção, execução e construção das infra-estruturas que integram o sistema primário do Empreendimento, bem como a sua gestão, exploração, manutenção e conservação.
- A concepção, execução e construção das infra-estruturas que integram a rede secundária afectada ao Empreendimento, em representação do Estado, e de acordo com as instruções que lhe sejam dirigidas pelo Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- A promoção, desenvolvimento e prossecução de outras actividades económicas cujo aproveitamento contribua para a melhoria das condições de utilização de recursos afectos ao Empreendimento.

Este Decreto-Lei veio espelhar uma nova fase da Empresa, dada a entrada em exploração de algumas das infra-estruturas do Empreendimento e vem confirmar a EDIA como entidade à qual foi legalmente atribuído o exercício da gestão, exploração, manutenção e conservação das infra-estruturas que integram o Sistema Primário do EFMA. Esta legislação veio ainda clarificar alguns aspectos referentes à sua envolvente económica e financeira, com o objectivo de assegurar uma eficiente afectação dos recursos que garantam a sustentabilidade económica do Projecto Alqueva e assegurar a adequação legal do Empreendimento ao quadro regulador da gestão de recursos hídricos, patente na Lei N.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água).

Na sequência da publicação do já referido Decreto-Lei, veio posteriormente a ser publicado o Decreto-Lei N.º 313/2007, de 17 de Setembro, que aprovou as bases do contrato de concessão entre a EDIA e o Estado, com vista à utilização do domínio público hídrico afecto ao EFMA, para fins de rega e exploração hidroeléctrica. Foi assim atribuída à EDIA a concessão da gestão e exploração do Empreendimento e a titularidade, em regime de exclusividade, dos direitos de utilização privativa do domínio público hídrico afecto ao EFMA para fins de rega e exploração hidroeléctrica. Ao abrigo do disposto neste Decreto-Lei, os poderes e competências da EDIA abrangem:

- A administração do referido domínio público hídrico no âmbito da sua actividade.
- A atribuição dos títulos respeitantes à captação de água para rega e para produção de energia eléctrica.
- Poderes de fiscalização da sua utilização por terceiros, bem como a competência para a instauração, a instrução e o sancionamento dos processos de contra – ordenação nesse âmbito.

O EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA

O Alentejo é uma das regiões mais emblemáticas de Portugal abrangendo uma área de 27 324 km², praticamente 1/3 da área de Portugal continental. A área de influência do EFMA é de 900 000 ha, abrangendo 21 municípios todos nesta região.

Localizado em pleno Alentejo, o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva tem influência directa, quer nos concelhos abrangidos pela albufeira de Alqueva, quer naqueles que beneficiam com a instalação de novos perímetros de rega.

O Empreendimento desenvolve-se a partir das barragens de Alqueva e de Pedrogão, no rio Guadiana ,sendo que a primeira está instalada imediatamente a jusante da confluência do rio Degebe e a montante da confluência do rio Ardila, e a segunda se encontra localizada a cerca de 23 km a jusante.

Com a implementação do EFMA, visa-se:

- A constituição de uma reserva estratégica de água na Região;
- Assegurar a garantia de abastecimento de água;
- Obter a alteração do modelo cultural da Região;
- A produção de energia eléctrica não poluente (e, principalmente, a instalação de um grande centro electroprodutor reversível, no Sul de Portugal);
- A preservação do ambiente;
- Contribuir para um turismo de qualidade;
- A criação de um novo clima empresarial;
- A dinamização do mercado de trabalho regional.



Figura 1 – Localização do EFMA.

A albufeira de Alqueva, o maior lago artificial da Europa, estende-se por 83 km ao longo dos concelhos de Moura, Portel, Mourão, Reguengos de Monsaraz e Alandroal, ocupando uma área de 250 km² e desenhando mais de 1 300 km de margens. A capacidade total de armazenamento da albufeira de Alqueva é de 4 150 milhões de m³, sendo de 3 150 milhões de m³ o seu volume utilizável em exploração normal.

As características principais da **Barragem de Alqueva** são :

- Altura máxima: 96 metros
- Nível máximo de exploração: cota 152
- Nível mínimo de exploração: cota 130
- Comprimento do coroamento: 458 metros
- Volume de betão: 1.180.000 m³
- Órgãos de descarga:
 - 3 descarregadores de superfície: 3 x 2 100 m³/s
 - 2 descarregadores de meio fundo: 2 x 1 750 m³/s
 - 1 descarga de fundo: 160 m³/s

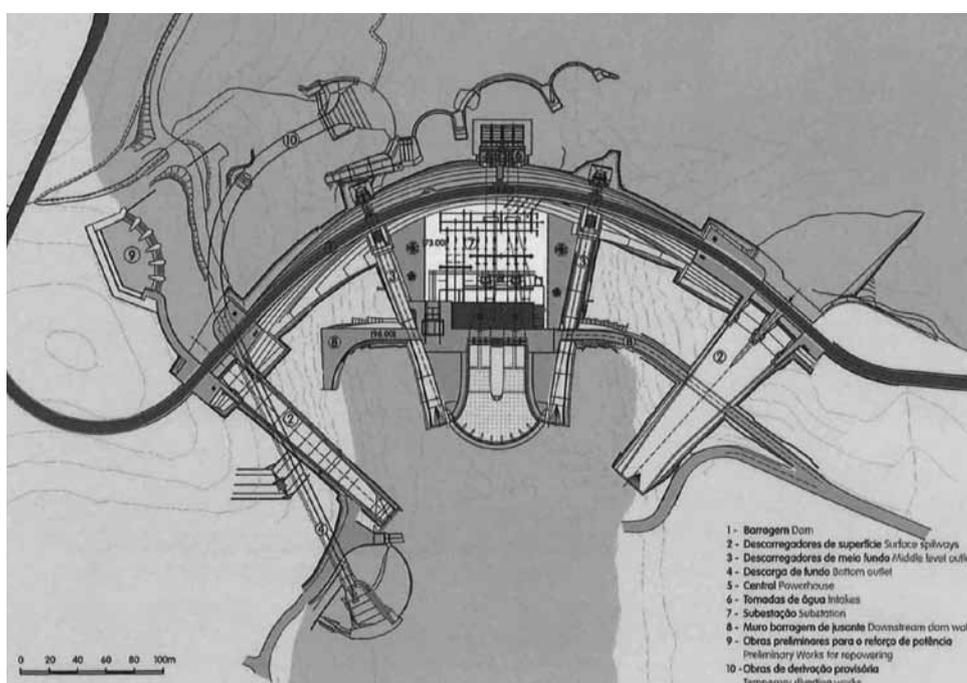


Figura 2 – Barragem de Alqueva: Projecto de Execução

A barragem de Alqueva está equipada com uma central hidroelétrica reversível, do tipo pé de barragem e que está implantada entre os canais dos dois descarregadores de meio fundo. Esta central possui dois grupos reversíveis de eixo vertical, com uma potência nominal de 260 MW e uma produtividade média anual de 400GWh.

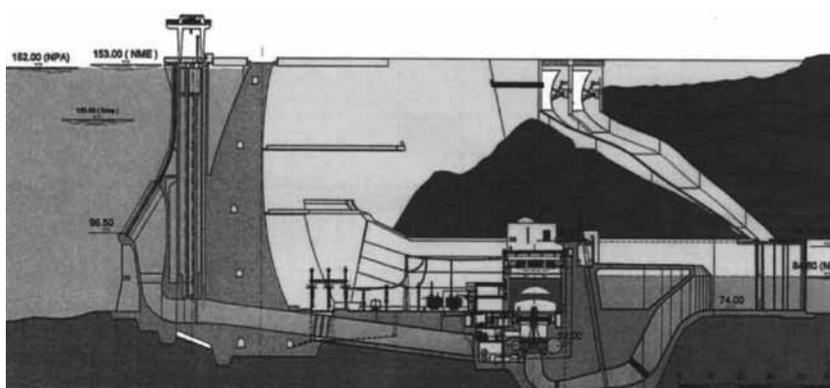


Figura 3 – Central Hidroelétrica de Alqueva: Projecto de Execução – Corte Transversal

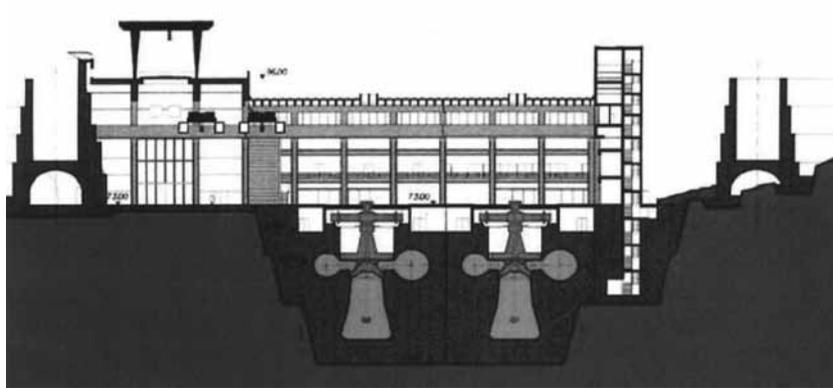


Figura 4 – Central Hidroelétrica de Alqueva: Projecto de Execução

Neste momento procede-se á construção da nova central Alqueva: Esta encontra-se implantada na margem direita do Rio Guadiana e tem , também, uma potência instalada de 260 MW, com uma produtividade média anual de 380GWh.

As centrais de Alqueva passam a dispor assim de 520 MW, fazendo dela a segunda maior hídrica Nacional, em termos de potência instalada.

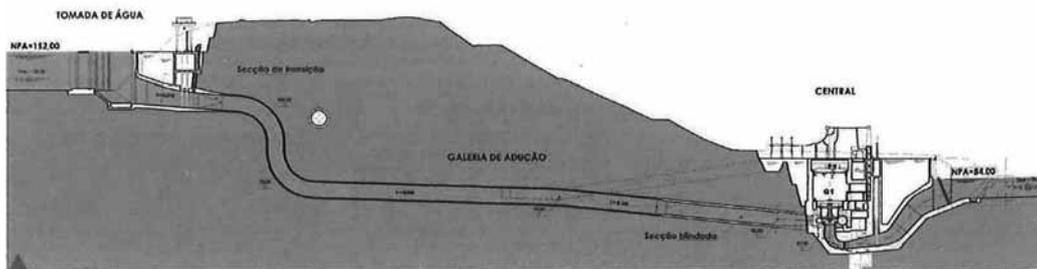


Figura 5 – Central Hidroelétrica Alqueva – Reforço de Potência: Projecto de Execução - Corte transversal



Fotografia 1 – Barragem de Alqueva: elemento central do EFMA.

A complementar a Barragem de Alqueva, encontra-se a Barragem de Pedrógão, construída junto à povoação com o mesmo nome e igualmente equipada com uma Central Mini-hídrica.

A função da Barragem de Pedrógão é a criação de uma albufeira de contra embalse (com um volume útil de 54 Hm³) para permitir a reutilização de caudais turbinados¹, sendo ainda origem de água para os subsistemas de abastecimento de água do Ardila e de Pedrógão.

A Barragem de Pedrogão é uma barragem de betão compactado com cilindro (BCC), com um desenvolvimento do coroamento de 473 m e um descarregador de superfície livre, com dissipação de energia por macrorugosidades e com bucket .

Esta barragem possui uma central do tipo pé de barragem, situada na margem esquerda, com dois grupos geradores, tendo cada um a potência nominal de 5,2 MW. A sua produtividade média anual é de 45 GWh. Esta barragem ainda está equipada com um dispositivo de transposição de peixes(elevador de peixes).

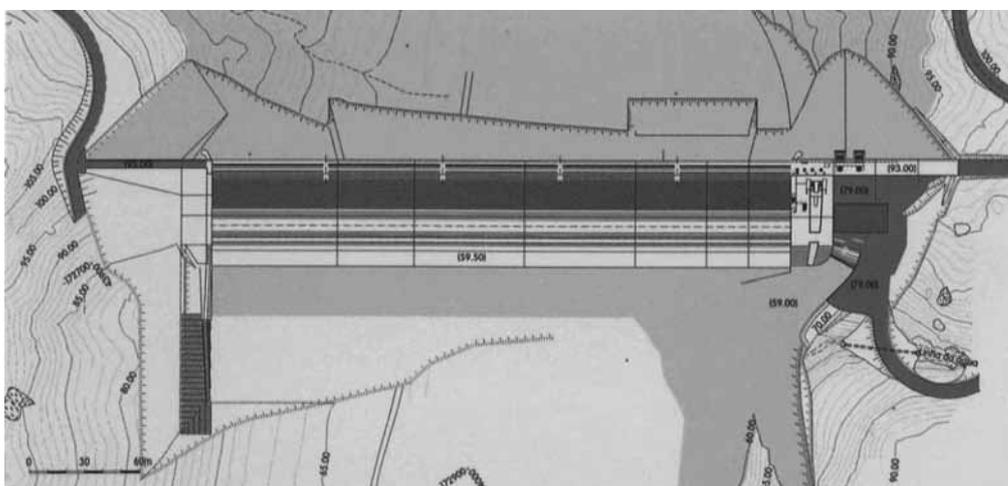


Figura 6 – Barragem do Pedrógão: Projecto de Execução

As características principais da **Barragem de Pedrógão** são:

- Altura máxima: 43 metros
- Nível máximo de exploração: cota 84,80
- Nível mínimo de exploração: cota 79,00
- Comprimento do coroamento: 473 m
- Volume total de betão:
 - Convencional – 230 000 m³
 - BCC (Betão Compactado por Cilindro) – 150 000 m³
- Órgão de descarga:
 - 1 descarregador de superfície, do tipo Lâmina Livre – 12.000 m³/s
 - 2 descargas auxiliares – 2 x 100 m³/s
 - 1 descarga de fundo – 27 m³/s
 - 1 válvula dispersora de caudal ecológico – 6 m³/s

¹ Esta barragem funciona como contra embalse da barragem de Alqueva, para que se possa turbinar nas horas de ponta e bombear água nas horas de vazio, aproveitando a energia da rede durante a noite.

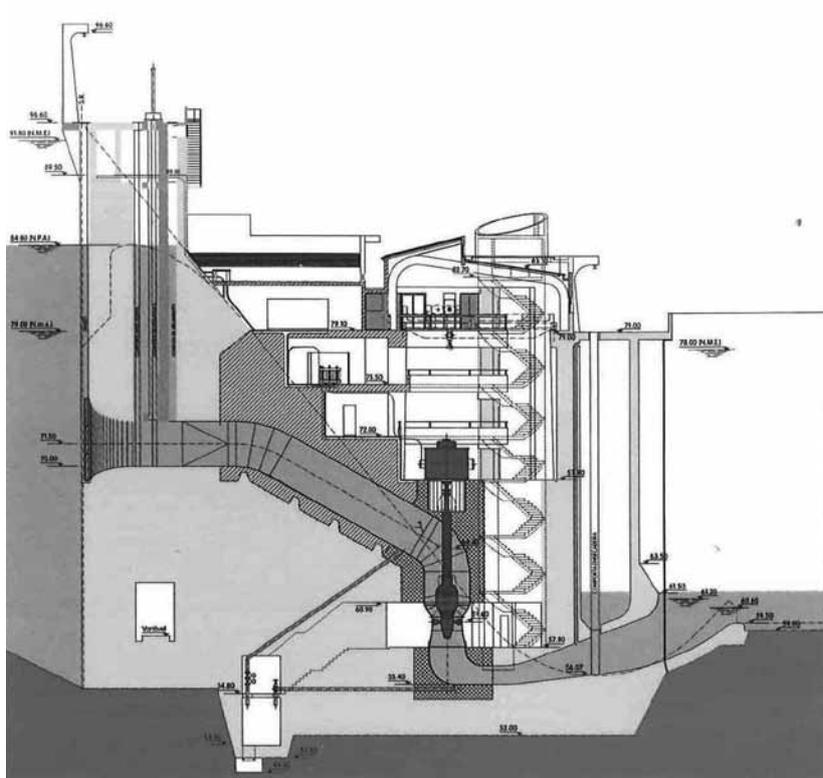


Figura 7 – Barragem do Pedrógão: Corte transversal



Fotografia 2 – Barragem do Pedrógão.

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva prevê a instalação de cerca de 119 mil hectares de novos regadios no Alentejo. Este incremento da área regada, possível com a garantia de água dada por Alqueva, vem permitir uma alteração progressiva do modelo da agricultura alentejana, tradicionalmente assente na prática do sequeiro, com a introdução de culturas de regadio e de tudo o que lhe está associado, em particular as agroindústrias.

LEGENDA - ÁREA DE INTERVENÇÃO DO EFMA

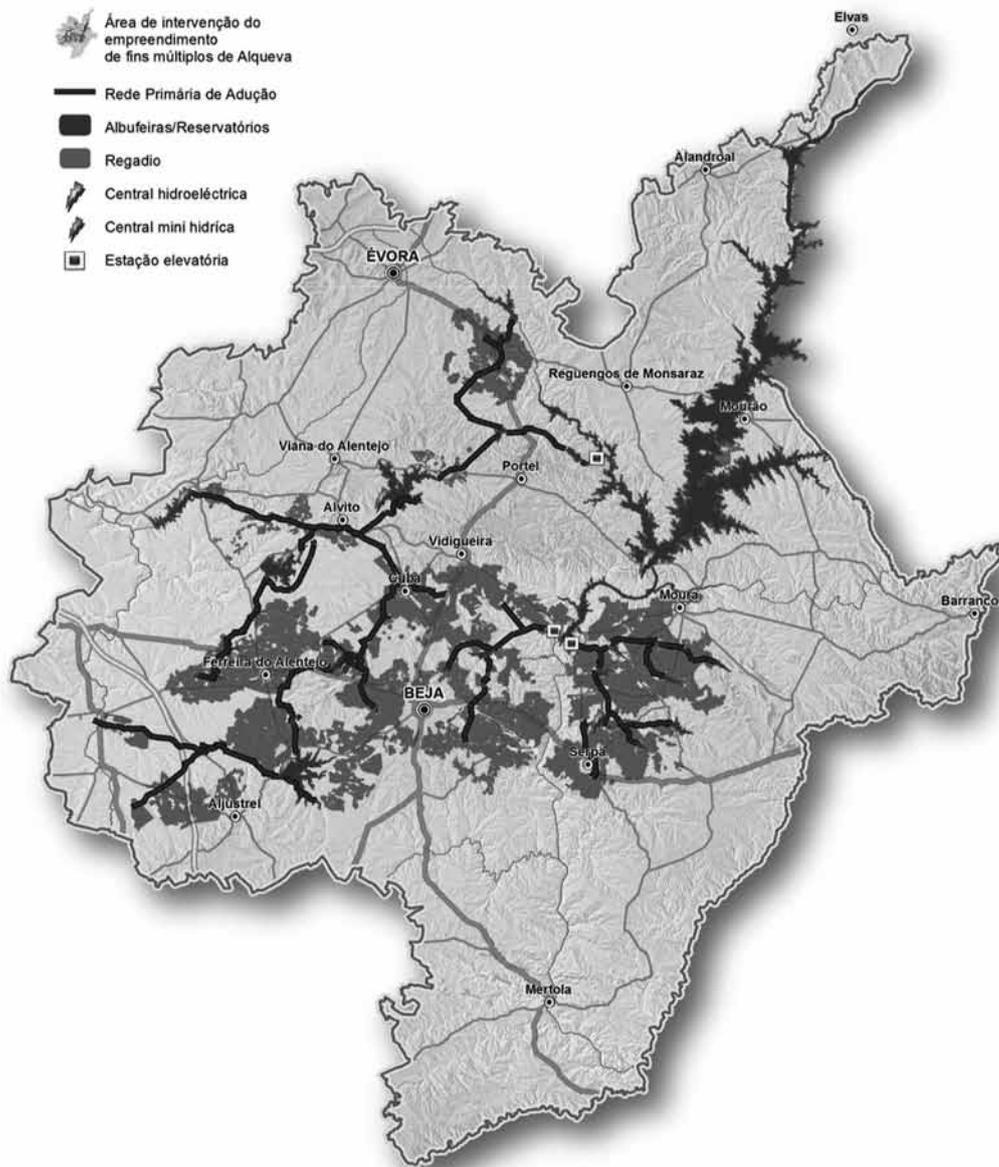


Figura 8 – Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

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

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

Na figura seguinte ilustra-se esquematicamente a organização e interligação hidráulica dos 3 subsistemas.



Figura 9 – Diagrama dos 3 subsistemas do EFMA.

O Sistema Global de Rega de Alqueva será constituído por 23 barragens, 250 km de adutores, dos quais 100 Km em canal, 10 estações elevatórias principais, 5 centrais mini-hídricas, 32 reservatórios de regularização e 30 estações elevatórias secundárias, 1350 km de condutas enterradas, e cerca de 700 km de estradas e redes de drenagem.

Prevê-se que o EFMA forneça em média cerca de 30 hm³ por ano para consumo e abastecimento urbano e industrial, sendo a interligação do Empreendimento com os 5 sistemas regionais de abastecimento de urbano e industrial efectuada, essencialmente através das Albufeiras do Alvito, Enxoé, Monte Novo e Roxo, e ainda através do sistema de adução Ermidas – Morgavél, para o Pólo Industrial de Sines.

Subsistema Alqueva

Este Subsistema de adução de água é o maior dos três conjuntos da rede primária do EFMA e garante a distribuição de água a toda a região a Este de Beja e Centro Alentejo.

Desenvolvendo-se a partir da albufeira de Alqueva e tendo origem na Estação Elevatória dos Álamos, este subsistema é constituído por um conjunto de circuitos hidráulicos que garantem a ligação às principais albufeiras dos aproveitamentos hidroagrícolas da região: Monte Novo, Alvito, Odivelas, Vale de Gaio e Roxo.

Esta ligação permite ainda garantir /reforçar o abastecimento de água às populações servidas pelos três sistemas regionais de captação e tratamento já existentes abrangendo,, nomeadamente, os concelhos de Évora, Reguengos de Monsaraz, Mourão, Alvito, Cuba, Portel, Vidigueira, Viana do Alentejo, Beja e Aljustrel.

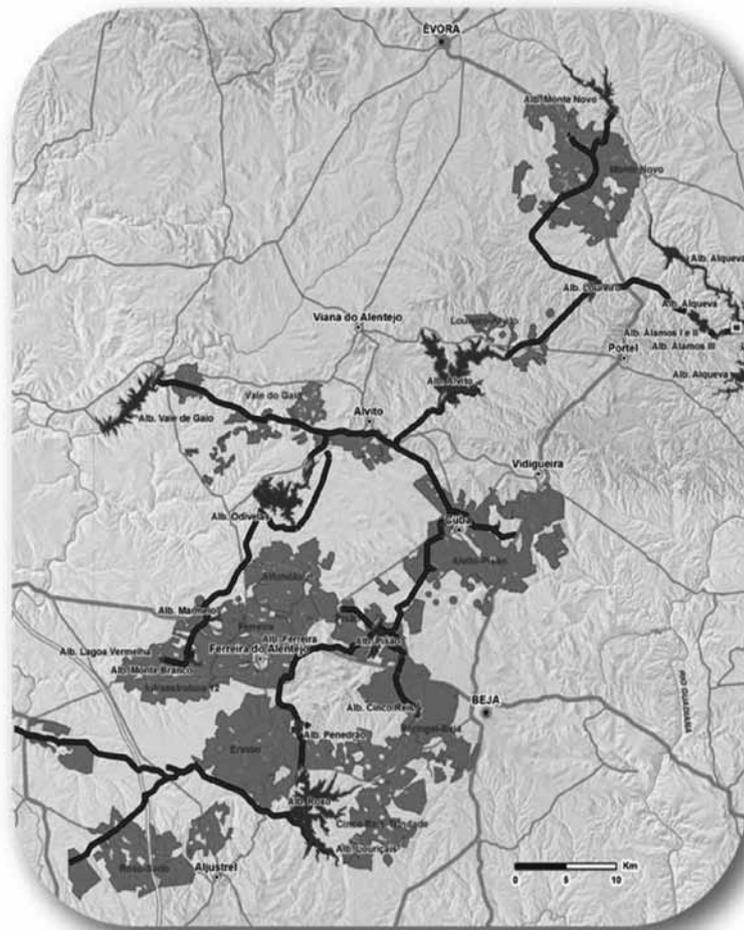


Figura 10 – Mapa do Subsistema de Alqueva.

A Estação Elevatória dos Álamos é o início do subsistema de Alqueva e destina-se a elevar um caudal máximo de $42\text{m}^3/\text{s}$, entre a albufeira de Alqueva e o canal de ligação à albufeira criada pelas barragens do Álamos. Esta estação está prevista para 6 grupos, cada um constituído por uma bomba centrífuga (para um caudal de $7\text{m}^3/\text{s}$ e uma altura manométrica de 80 metros) e por um motor directamente acoplado (de 7MVA de potência).

O circuito de elevação é formado por uma conduta em aço, com a extensão de 850 metros e com uma secção de 3,20m, e por um conjunto de reservatórios de ar comprimido, para absorver os efeitos do golpe de aríete.

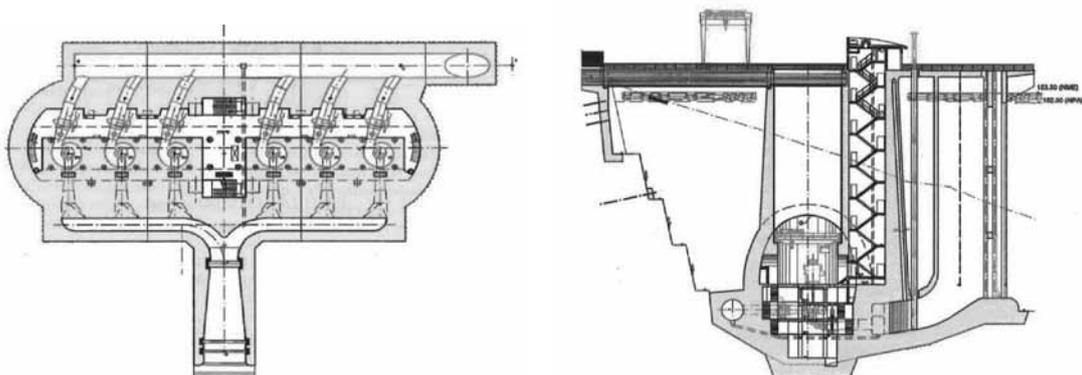


Figura 11 – Desenhos esquemáticos da EE dos Álamos

A jusante da Estação Elevatória do Álamos, e até chegarmos à barragem do Roxo, desenvolve-se um vasto e complexo circuito hidráulico primário constituído por 7 barragens, adutores, 4 centrais minihídricas e apenas uma estação elevatória.

Seguidamente apresentam-se algumas características das 7 barragens da rede primária do subsistema Alqueva, executadas pela EDIA as quais são do tipo aterro zonado.

As principais características **das Barragens** integradas no circuito são:

Barragens	Linha de Água	Altura máxima acima do leito (m)	Cota do coroamento (m)	Desenvolvimento do coroamento (m)	NPA/Nme Albufeiras (m)	Volume Útil/ Total Albufeiras (U/T) (hm³)
Álamos I	Rib ^a Veladas	32	230	234	227,5/225	4,4/ 17,6
Álamos II	Afluente Rib ^a Veladas	37,5	230	295	227,5/226	
Álamos III	Barranco da Espinheira	34,5	230	259	227,5/227	
Loureiro	Rib ^a do Loureiro	30	225	1175	222/219	2,48/ 6,98
Pisão	Rib ^a do Pisão	13,8	157,5	454	155 / 150	8,23
Penedrão	Rib ^a de Canhestros	22	171,5	385	170/167	2,1/5,2
Cinco Reis	Barranco do Curral	15,5	513,7	204 / 197,5	1,33 / 1,4	

Apresentam-se seguidamente alguns dos pormenores mais significativos destas barragens:

a) Barragens dos Álamos

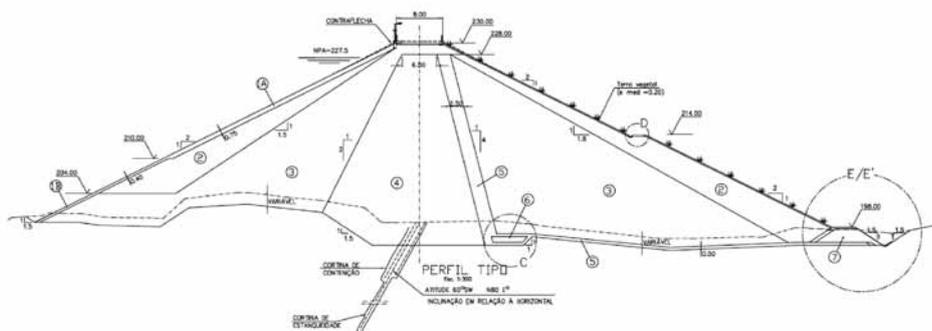


Figura 12 – perfil tipo



Fotografia 3 – Álamos I. Durante a construção



Fotografia 4 – Álamos I. Em funcionamento

b) Barragem do Loureiro

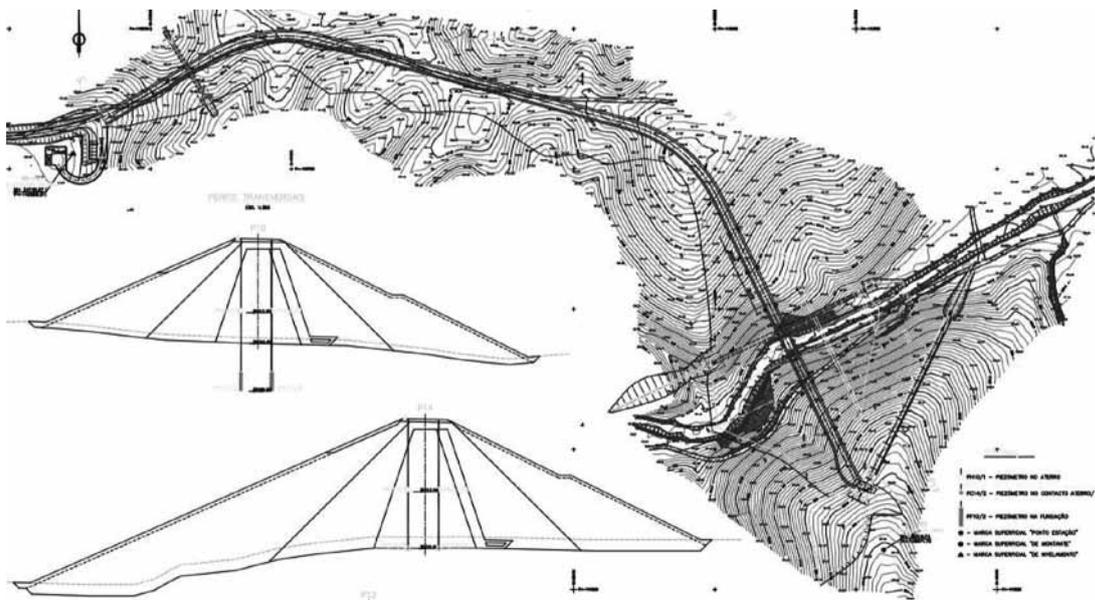


Figura 13 – Implantação e perfil tipo



Fotografia 5 - Barragem do Loureiro. Durante a construção



Fotografia 6 – Barragem do Loureiro. Em exploração

Tal como referido anteriormente, este subsistema compreende um conjunto de adutores, com um desenvolvimento total de cerca de 190 km e cujo os caudais variam entre 40,25 e 0,32 m³/s, os quais já se encontram totalmente concluídos.

As principais características **dos Adutores** são:

Circuito Hidráulico	Desenv. (m)	Adutores	Caudal (m ³ /s)
Ligação Alqueva Álamos	2784	Conduta em aço 3000 – 800mt /Canal r	42
Canal Álamos-Loureiro	10125	Canal Trap._L sol. 3m / Canal Rect . 2 modulos*4,7m / Sifão 3* 2800 mm	37
Túnel Loureiro-Alvito	10310	Conduta 3700 mm	32
Loureiro-Monte Novo			
Canal Loureiro-Monte Novo	23300	Canal Trapezoidal._L sol. (1,4-5) m / Sifão 2500 mm	9,4 - 3,2
Conduta Adução Monte Novo	3354	Conduta 630 mm - 600 mm	0,32
Adução Odivelas			
Circuito Hidráulico Odivelas	11135	Canal Trap._L sol. 2m / Canal Rect._L sol. 3,6m/ Sifão 3* 2500 mm	6,25
Alvito-Pisão			
Canal Alvito-Pisão	36305	Canal Trap._L sol. 3m / Canal Rect. 2 módulos*4,55m_ Sifão 3*2500 mm	40,25-21,4
Adutor Cuba-Vidigueira	9429	Canal Rec. Coberto_L sol. 3,5m_ Sifão 2500 mm	6,6 - 3,2
Pisão-Roxo			
Ligação Pisão-Ferreira	10800	Canal Trap._L sol. 2m / Sifão 2* 2500 mm	10,9 - 5,9
Ligação Ferreira-Penedrão	8000	Canal Trap._L sol. 2m / Conduta 2500 mm	5,9
Ligação Penedrão-Roxo	4800	Conduta 2000 mm	5,7
Pisão-Beja			
Adução à Barragem de Cinco Reis	8700	Conduta 2500-2000 mm	7,46
Adutor de Cinco Reis	3260	Conduta 2500 mm	6,03
Vale do Gaio			
Ligação Vale do Gaio	12499	Conduta 1800 mm - 700 mm	2,11 - 1,15
Roxo-Sado			
Ligação Morgavél	17000	Conduta 1200mm	1
Roxo – Sado	16500	Conduta 2500-1300mm	7,5 – 1,2

Apresentam-se seguidamente alguns dos pormenores mais significativos destes canais:

a) Canal Álamos - Loureiro

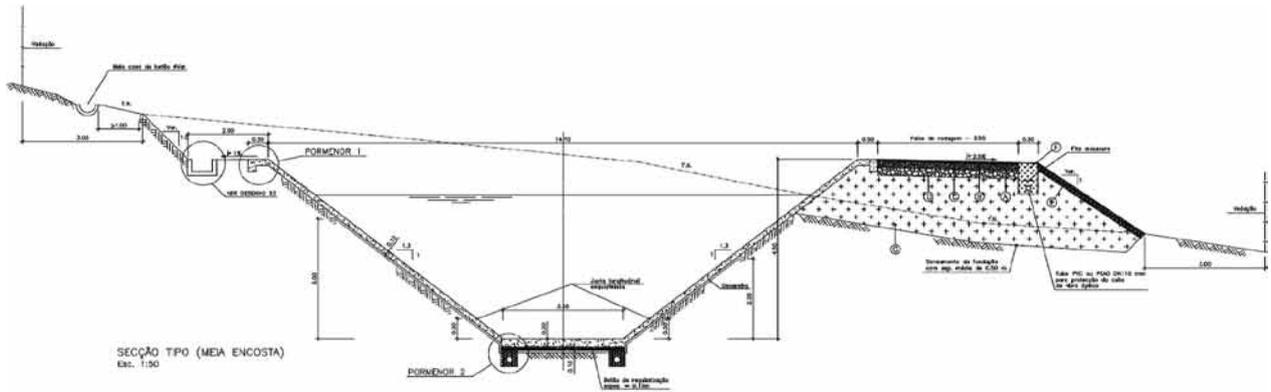


Figura 14 - Perfil tipo do canal



Fotografia 7 - Canal Álamos- Loureiro. Secção corrente



Fotografia 8 - - Canal Álamos- Loureiro. Em exploração

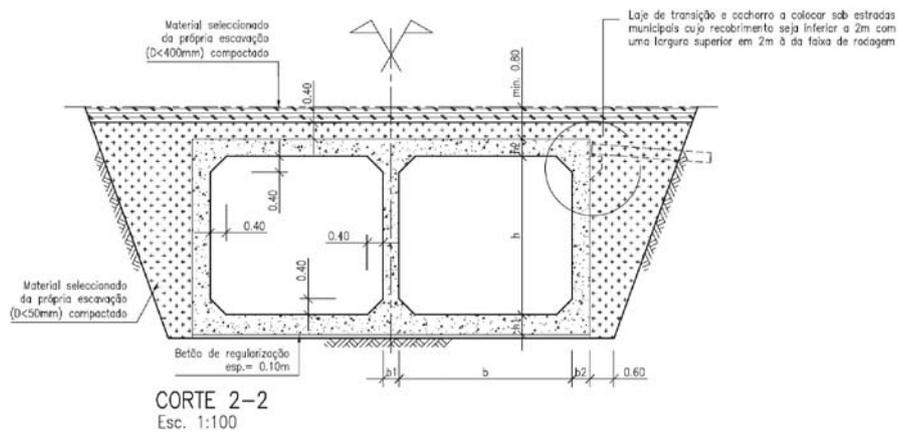


Figura 15 – Perfil Tipo do troço coberto do Canal

b) Ligação Alvito-Pisão



Fotografia 9 – Canal Alvito – Pisão. Transição entre o canal a céu aberto e o troço coberto

c) Ligação Pisão-Roxo

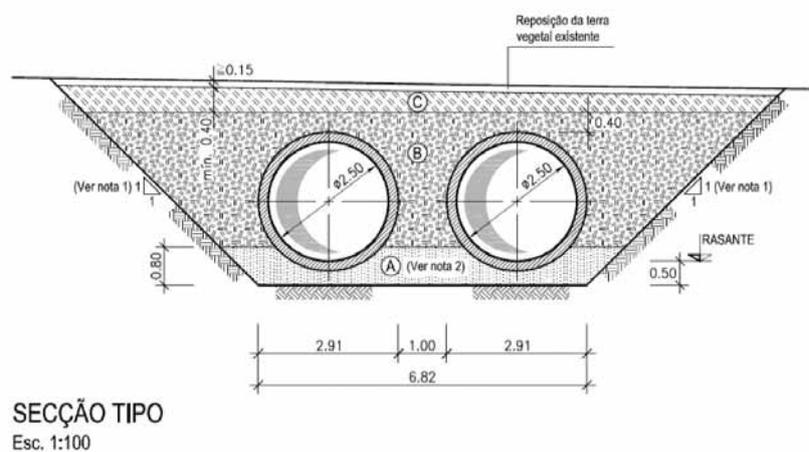


Figura 16 – Perfil Tipo das Conduitas



Fotografia 10 – Ligação Pisão- Roxo. Colocação das condutas

Como já atrás foi descrito, este subsistema inicia-se com uma elevação de cerca de 80 metros (EE dos Álamos) e abastece graviticamente várias albufeiras e reservatórios até à albufeira do Roxo, excepto a área servida pelo circuito hidráulico que abastece a barragem de Cinco Reis que é precedido de uma nova elevação (EE do Álamo) com as seguintes características.

Estação	Tipo de Bomba	Nº de Grupos	Caudal Unitário (m³/s)	Caudal Total (m³/s)	Hm (m)	Potência EE (Mw)
EE Álamo	coluna vertical	6	1,24	7,46	46	4,5

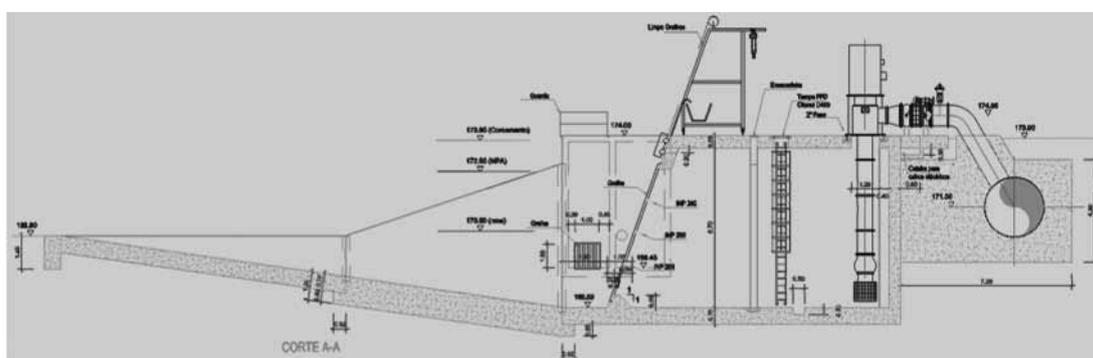


Figura 17 – Estação Elevatória do Álamo .Perfil Transversal

Na transição dos canais ou condutas da rede Primária para as albufeiras, sempre que economicamente viável, foram construídas mini Centrais Hidroelétricas, nomeadamente em Alvito, Odivelas, Pisão e Roxo, com um total de 7 Mw de potência instalada, otimizando-se todo o sistema com ganhos de eficiência energética.

As principais características das **Mini-hídricas** são:

Centrais	Q(m ³ /s)	Hu (m)	Grupos	Potência (Mw)
Alvito	40,6	9,6	2 Grupos Kaplan	3,36
Odivelas	3,7	76	1 Grupo Francis	2,5
Pisão	2,85	25,5	1 Grupo Francis	0,65
Roxo	5,7	33	1 Grupo Francis	1,6

No que respeita a recuperação de energia, no sistema primário do subsistema de Alqueva, prevê-se que em ano médio, através de 4 mini-hídricas (já construídas) se obtenha um valor global de cerca de 26,2 Gwh.

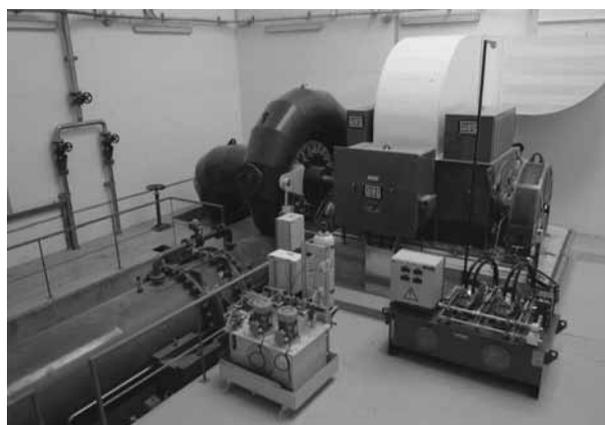
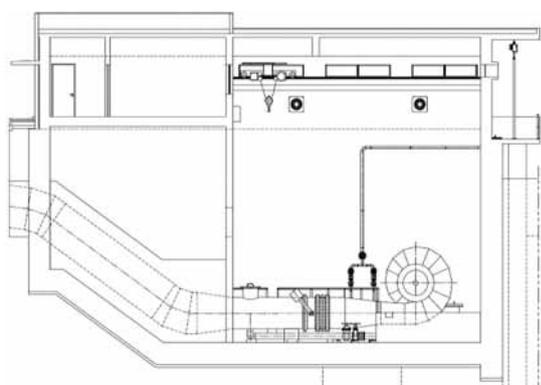


Figura 18 – Mini-hídricas de Odivelas – Perfil Tipo e vista interior



Fotografia 11 – Mini-hídrica Alvito. O grupo instalado e vista do exterior

Os perímetros de rega criados por Alqueva, equipados com modernas técnicas de gestão, podem oferecer ao agricultor a água que necessita para a sua exploração segundo dois modelos diferenciados:

- em baixa pressão, sendo o agricultor responsável por conferir pressão à sua rede terciária,
- em pressão, ou seja água “pronta” a utilizar nos diferentes tipos de equipamentos de rega, para média pressão.

Os blocos de rega beneficiados por estas infra-estruturas da rede primária são os seguintes:

Blocos de Rega	Área (ha)	Rede de Rega (m)	Rede Viária (m)	Hidrantes	Potência EE (MW)
Aldeia da Luz	590	Beneficiado a partir de Alqueva directamente			
Roxo-Sado	4500	Em Estudo			
Infraestrutura 12	5645				
Monte Novo	7887	89000	52000	248	5,00
Loureiro-Alvito	1121	15405		18	0,80
Vale do Gaio	3917	63200	16734	115	0,98
Alvito-Pisão	9256	142800	50200	377	8,30
Pisão	2587	53980	22840	297	3,70
Ferreira	4943	86000	35612	262	1,55
Alfundão	4033	46900	13200	79	0,64
Beringel-Beja	5284	53418	9131	88	2,00
Cinco Reis-Trindade	5615	41677	24900	64	-
Ervidel	7896	86237	17600	158	4,50
Aljustrel	1176	21300	11865	55	-
Total	63860	699917	254082	1761	27,5

A imagem apresentada seguidamente, representa graficamente o bloco de Rega de Ervidel (em que a distribuição da água é feita graviticamente) com a rede de rega, as unidades de rega, as condutas e os hidrantes.



Figura 19 - Bloco de Ervidel

Circuito Hidráulico Pisão-Roxo

Para permitir uma análise de maior pormenor às obras implementadas, apresentam-se as principais características deste circuito hidráulico.

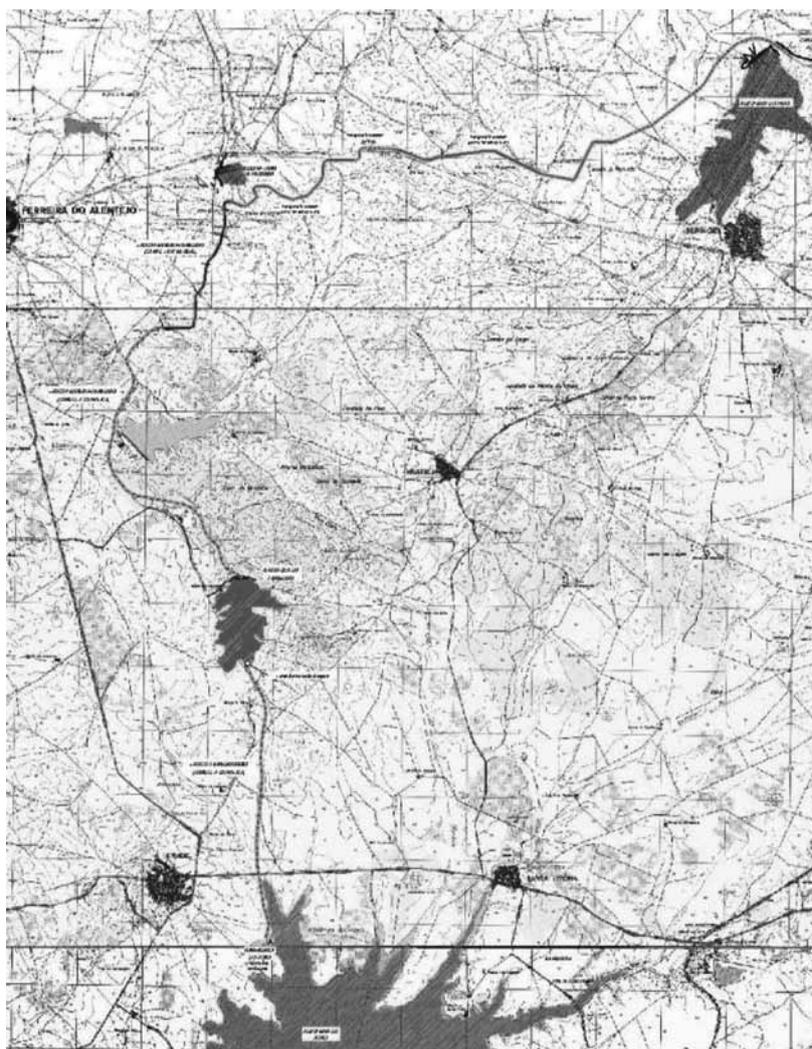


Figura 20 - Circuito Hidráulico Pisão-Roxo

O circuito hidráulico que efectua a ligação Pisão – Roxo constitui o prolongamento do canal de adução Alvito – Pisão e será responsável pela adução de água a uma área de 23 640 ha localizada próxima de Ferreira do Alentejo (correspondente aos blocos de Valbom, Ferreira, Ervidel, Santa Vitória Oeste), ao Penedrão e ao Roxo.

Este circuito hidráulico tem a extensão total de 23,65 km, até à restituição na albufeira do Roxo, sendo constituído por três trechos distintos.

a) Troço Pisão - Ferreira

É o responsável pelo transporte de água entre a derivação para a barragem do Pisão e a derivação para o reservatório de Ferreira, assegurando a conexão ao canal Alvito Pisão. O respectivo caudal de dimensionamento é de 10,9 m³/s.

Este troço, que tem uma extensão total de 10,8 km, dos quais 6,7 km em canais trapezoidais e 4,0 km em sifões, é constituído por:

- dois troços de canal trapezoidal totalizando 6 665 m, com 2,00 m de largura de rasto e altura total da secção de 2,45 m; a inclinação dos taludes laterais do canal é de 1V/1,3H e a inclinação longitudinal é constante e igual a 0,28 m/km;

- dois troços de sifão com extensão de 3 392 m, constituído por duas linhas de tubagem de betão armado com alma de aço de diâmetro 2 500 mm.

b) Troço Ferreira – Penedrão

É o responsável pelo transporte de água entre a derivação para o reservatório de Ferreira e a barragem do Penedrão. O respectivo caudal de dimensionamento é de 5,9 m³/s.

Este trecho, que tem uma extensão total de cerca de 8 050 m, dos quais 2 600 m em canal trapezoidal e 5 450 m em conduta gravítica e é constituído por:

- um troço de canal trapezoidal totalizando 2 550 m, com 2,00 m de largura de rasto e altura total da secção de 1,90 m; a inclinação dos taludes laterais do canal é de 1V/1,3H e a inclinação longitudinal é constante e igual a 0,28 m/km;
- um troço de conduta gravítica até à albufeira do Penedrão com extensão de 5,5 km, constituído por tubagem de betão armado com alma de aço de diâmetro 2 500 mm.

c) Troço Penedrão - Roxo

É o responsável pelo transporte de água entre as barragens do Penedrão e do Roxo; este troço desenvolve-se numa extensão de cerca de 4,8 km em conduta gravítica DN 2 500, entre a torre de tomada de água na albufeira do Penedrão e a mini-central hidroeléctrica do Roxo, através da qual é efectuada a restituição dos caudais à albufeira do Roxo.

d) Barragem do Penedrão

A barragem do Penedrão tem uma bacia hidrográfica própria com cerca de 2,2 km² e cria uma albufeira com 5,2 hm³ (no NPA), inundando uma área de cerca de 86 ha. O volume útil da albufeira é unicamente de cerca de 2,1 hm³.

O corpo da barragem tem uma altura máxima acima do terreno natural de 22 m e de 26 m acima da fundação e cerca de 385 m de comprimento no coroamento. Consiste numa barragem de aterro zonado, com volume total de cerca de 320 100 m³.

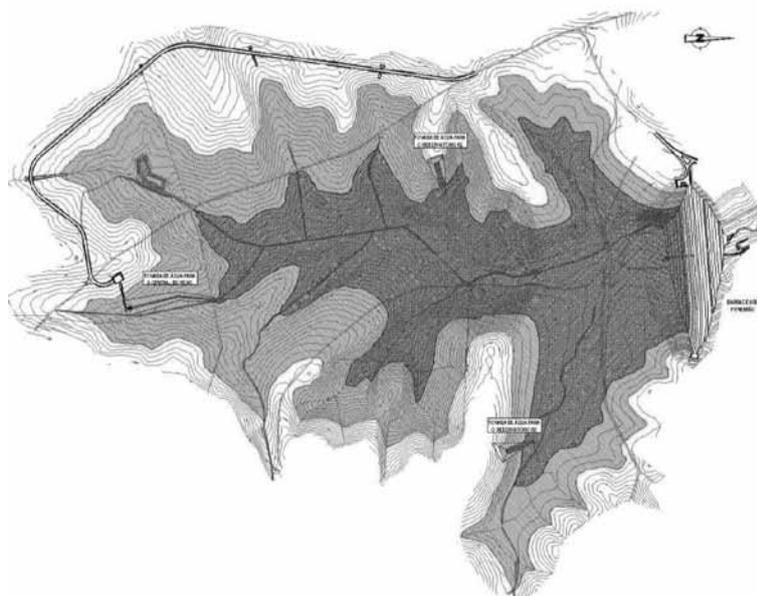


Figura 21 - Barragem do Penedrão. Planta geral

Os órgãos de segurança e exploração da barragem do Penedrão, localizados na margem direita da ribeira de Canhestros, consistem em:

- Descarregador de cheias dimensionado para o caudal máximo derivado a partir do troço de ligação Ferreira Penedrão, 5,9 m³/s, constituído por soleira circular, poço vertical, conduta sob o aterro da barragem e bacia de dissipação com muros laterais divergentes;
- Descarga de fundo constituída por conduta sob o aterro da barragem e bacia de dissipação com muros laterais divergentes (comuns ao descarregador de cheias), que permitirá a descarga de um caudal máximo de 2,5 m³/s (no NPA) e o esvaziamento da albufeira em cerca de 30 dias;
- Conduta de entrada na albufeira, dimensionada para o caudal máximo derivado a partir do troço de ligação Ferreira Penedrão, 5,9 m³/s;
- A adução de água aos blocos de rega efectua-se a partir de uma tomada de água na albufeira.

e) Aproveitamento Hidroeléctrico do Roxo

Esta mini-hídrica situa-se junto ao limite do regolfo da albufeira do Roxo, cerca de 2,5 km a montante da respectiva barragem. O aproveitamento destina-se à produção de energia eléctrica e tira proveito da queda disponível entre as barragens do Penedrão e do Roxo.

Este desnível geométrico varia entre;

- 40 m, relativo ao NPA da albufeira do Penedrão e NmE do Roxo,
- 31 m, relativo ao NmE da albufeira do Penedrão (167,00) e NPA (cota 136,00) do Roxo.

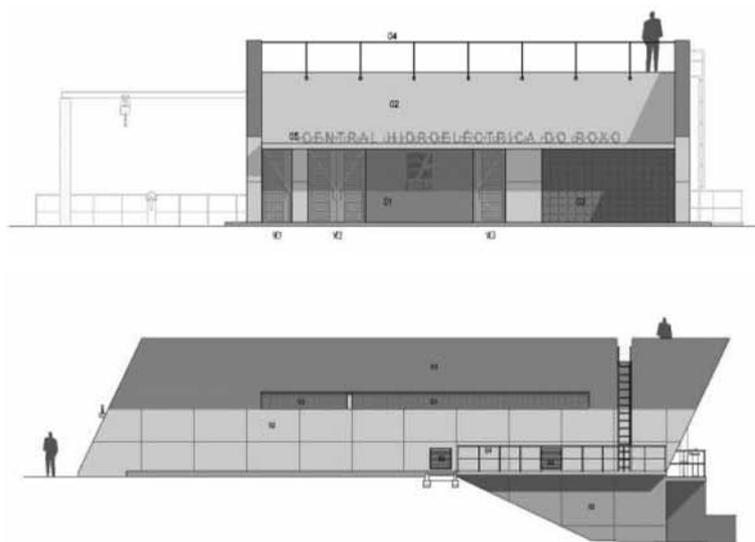


Figura 22 - Alçado frontal e lateral da central

O esquema hidráulico, associado à central, compreende:

- Tomada de água na albufeira do Penedrão;
- Conduta de adução, em aço na zona de entrada da central, com diâmetro de 2000 mm;
- Conduta de *by-pass* à central, com diâmetro de 800 mm e cerca de 30 m de extensão em planta até à câmara de válvulas;

- Central hidroeléctrica equipada com um grupo turbina-gerador do tipo Francis com potência de 1,7 MW, dimensionado para o caudal máximo de 5,7 m³/s e a queda útil máxima de 33 m;
- Canal de restituição à albufeira do Roxo.

O Subsistema Pedrógão

O Sub Sistema de Pedrógão é o menor dos três subsistemas que compõe o EFMA.

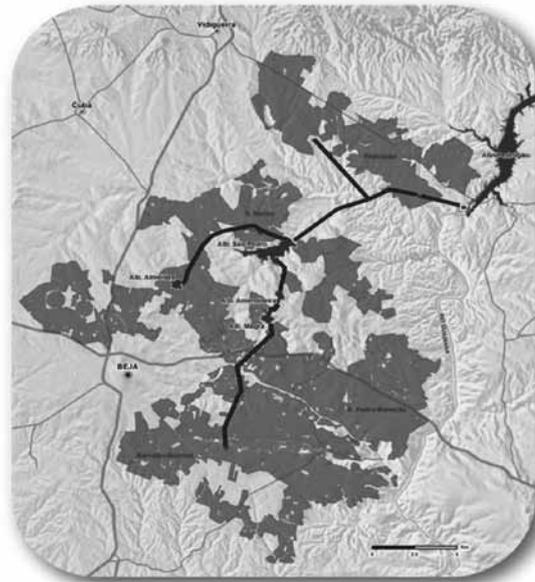


Figura 23 – Mapa do Subsistema de Pedrógão

Com início na Estação Elevatória de Pedrógão/Margem Direita, este subsistema desenvolve-se na região a Este de Beja, na margem direita do Rio Guadiana, e beneficia cerca de 24.500 ha. divididos por 4 blocos de rega. A sua rede primária é formada por diversas infra-estruturas tais como 4 barragens, adutores e 3 estações elevatórias.

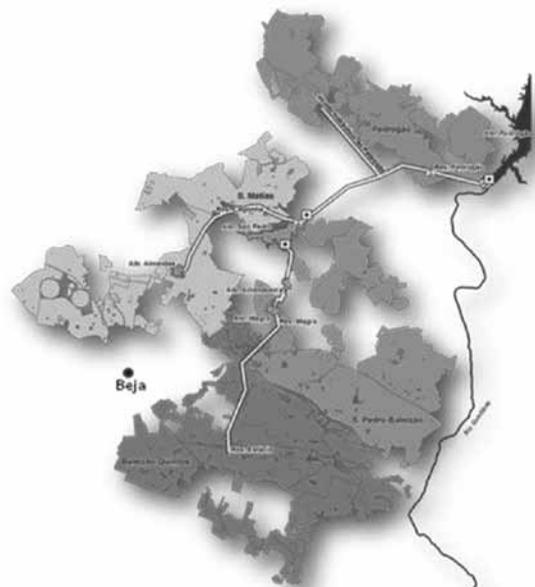


Figura 24 – Blocos de Rega do Subsistema de Pedrógão



Fotografia 12 – Barragem de S. Pedro. Em construção

Neste subsistema existem três **estações elevatórias** beneficiando 2 patamares de elevação que servem áreas de rega a cotas distintas. Actualmente encontra-se em fase de construção a EE de Pedrógão.

As principais características das Estações Elevatórias Primárias são:

Estação Elevatória	Tipo de Bomba	Nº de Grupos	Caudal Unitário (m³/s)	Caudal Total (m³/s)	Hm(m)	Potência EE (Mw)
EE Pedrógão- -Margem direita	Centrifugas de Eixo Vertical e Voluta Bipartida	6	2,08	12,5	80,9	12
EE S. Matias	Centrifugas de Eixo Horizontal e Voluta Bipartida	6	0,75	4,5	65	3,6
EE S. Pedro	Centrifugas de Eixo Vertical e Voluta Bipartida	6	1,42	8,5	59	7,2

Apresentam-se seguidamente alguns dos pormenores mais significativos destas estações elevatórias:

a) Estação Elevatória de Pedrógão – Margem Direita

Esta estação elevatória principal, que elevará os caudais para um reservatório (Pedrógão²), está localizada imediatamente a jusante da barragem de Pedrógão. A estação elevatória foi dimensionada para elevar 12,5 m³/s com uma altura manométrica de 80,9 m e é constituída por 6 grupos com velocidade fixa (todos iguais e para um caudal unitário de 2,083 m³/s).

² Este reservatório está localizado num ponto alto, junto ao sub-bloco de rega de Pedrógão 3

Os caudais elevados serão transportados para o reservatório de Pedrógão por uma conduta elevatória, com cerca de 2,75 km de desenvolvimento e diâmetro nominal de 2 500 mm. A partir do reservatório de Pedrógão desenvolve-se o sistema adutor gravítico constituído por uma rede ramificada de Adutores. A adução principal efectua ligação entre o reservatório de Pedrógão e a barragem de S. Pedro.

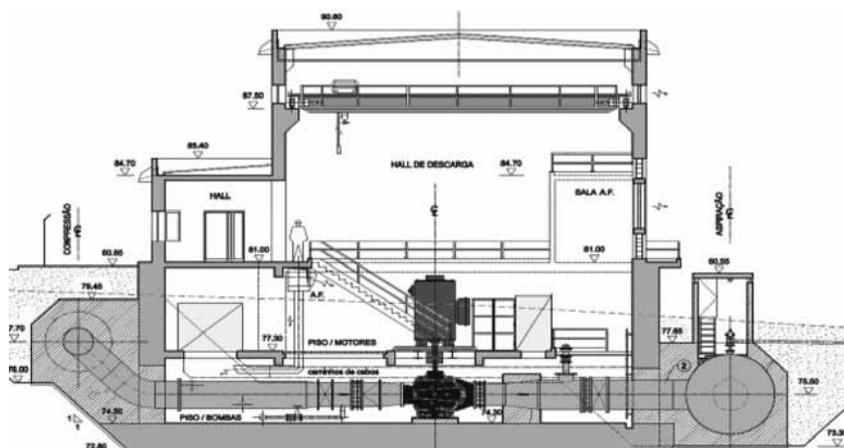


Figura 26 - Estação Elevatória de Pedrógão Margem Direita . Corte transversal

b) Estação elevatória de S. Pedro

O sistema elevatório de São Pedro, dimensionado para um caudal de 8,5 m³/s, é constituído por:

- tomada de água na barragem de São Pedro para a estação elevatória, constituída por canal escavado, dois orifícios de entrada com soleira à cota 132,80 m;
- estação elevatória com seis grupos electrobomba, iguais - preconizando-se na primeira fase a instalação de apenas três destes grupos; os motores associados aos grupos elevatórios serão máquinas assíncronas de eixo vertical;
- conduta elevatória de aço com 2300 mm de diâmetro, a qual liga a estação elevatória à barragem da Amendoeira;
- dois reservatórios de ar comprimido para protecção contra os efeitos do golpe de aríete, instalados a jusante da estação elevatória com uma capacidade unitária de 35 m³.

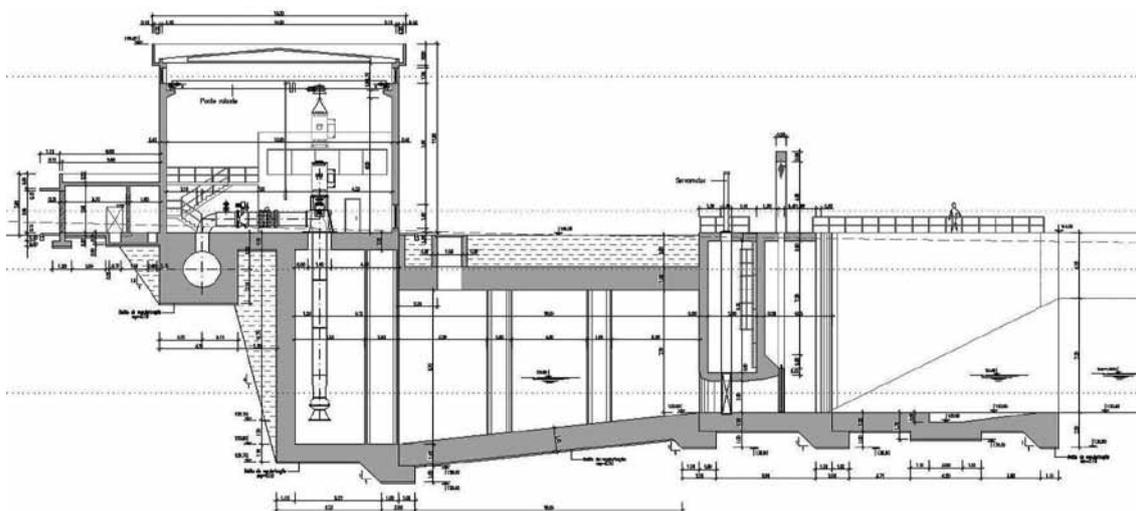


Figura 27 - Estação Elevatória de S. Pedro. Corte longitudinal

Este subsistema compreende um conjunto de adutores com um desenvolvimento total de 32 km e cujo os caudais variam entre 12,5 e 1,31 m³/s. Actualmente estão em construção cerca de 12 Km.

As principais características dos Adutores são:

Circuito Hidráulico	Desenvolvimento (m)	Adutores	Caudal (m ³ /s)
Pedrógão			
Conduta Elevatória	2750	Conduta 2500 mm	12,5
Adutor do Pedrógão	8481	Canal Trap._L sol. 2 m / Conduta 2500 mm - 2150 mm	11,36 - 9
Adutor de Selmes	5520	Conduta 1300 - 1200 mm	1,41 - 1,3
S. Matias			
Conduta Elevatória	1968	Conduta 1800 mm	4,5
Adutor de S. Matias	6322	Conduta 1800 mm - 1400 mm	3,08 - 1,31
S. Pedro-Baleizão			
Conduta Elevatória	2000	Conduta 2300 mm	8,5
Galeria Interl. Amendoeira	780	2 Quadros de Betão 2,3x1,8	9
Adutor da Magra	718	Conduta 2500 mm	9
Baleizão-Quintos			
Adutor Baleizão-Quintos	8392	Conduta 2500 mm - 2150 mm	7,2

Circuito Hidráulico de S. Pedro

Para permitir uma análise de maior pormenor às obras implementadas, apresentam-se as principais características deste circuito hidráulico, explicitando a especificidade destas obras.

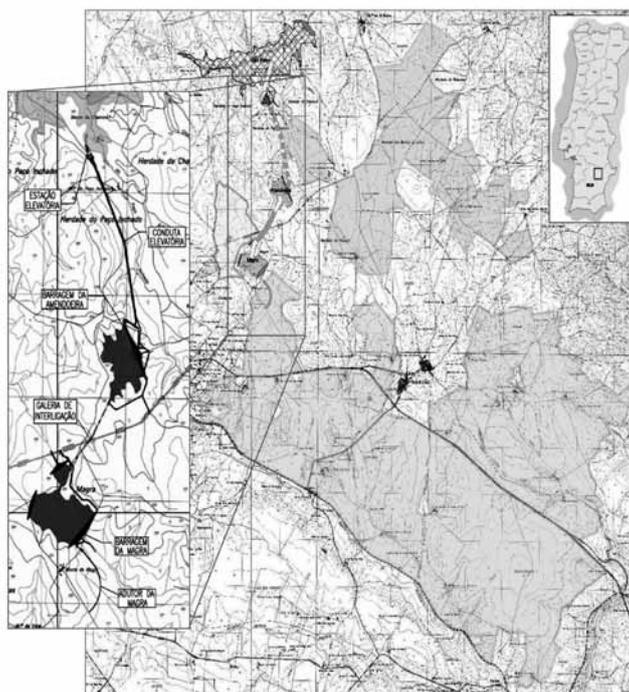


Figura 28 – Circuito Hidráulico de S. Pedro. Mapa

A partir da albufeira da Magra é efectuada a adução de água ao sub-bloco da Magra, com tomada de água na portela mais a Norte, e ao sub-bloco de São Pedro-Baleizão Sul e bloco de rega de Baleizão-Quintos, com tomada de água na barragem principal.

Imediatamente a jusante da estrutura de tomada de água/descarga de fundo da barragem da Magra localizar-se-á a estação de filtração da Magra.

A estação de filtração encontra-se equipada com 6 filtros, com 1 200 mm de diâmetro e associados em paralelo, alimentados a partir de um colector comum, inicialmente com 2 500 mm de diâmetro e a partir do quarto filtro com 1 800 mm de diâmetro.

O adutor da Magra, dimensionado para um caudal de 9,00 m³/s, é constituído por uma conduta gravítica em betão armado com alma de aço com 2 500 mm de diâmetro, instalada em vala.

Este adutor permitirá transportar o caudal para rega do sub-bloco de São Pedro-Baleizão Sul e do bloco de Baleizão-Quintos, a partir da estação de filtração.

O nó de derivação para o sub-bloco de São Pedro-Baleizão Sul e bloco de Baleizão-Quintos, constituído por uma câmara de válvulas de seccionamento, localiza-se a cerca de 500 m a Sul do Monte da Magra.

A estação de filtração, o adutor e a câmara de válvulas terão acesso a partir do caminho de acesso ao Monte da Magra e do caminho de acesso ao coroamento da barragem da Magra.

O Subsistema Ardila

O subsistema do Ardila situa-se na margem esquerda do Guadiana e é o segundo maior de todo o projecto de Alqueva. Tem a sua origem de água na albufeira de Pedrógão, na margem esquerda do Rio Guadiana, beneficia uma área do cerca 30.800 hectares e desenvolvendo-se entre as povoações de Moura, Brinches, Pias e Serpa.

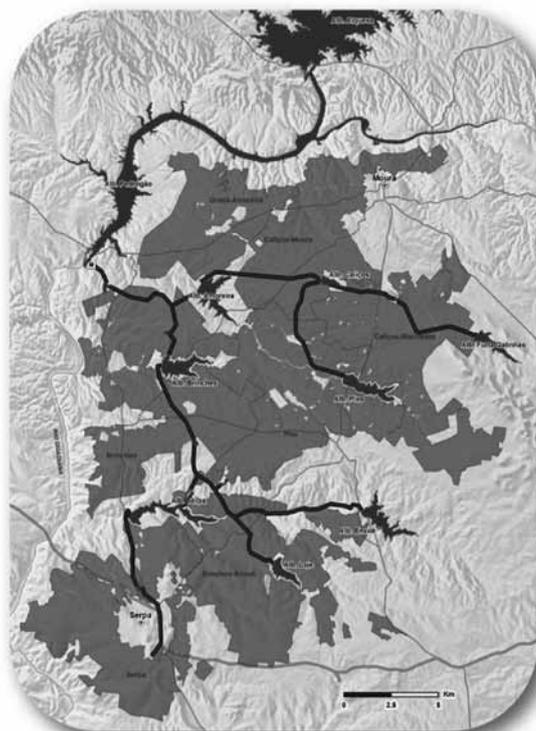


Figura 30 – Mapa do Subsistema do Ardila.

O Subsistema do Ardila, situado na margem esquerda do Rio Guadiana, serve uma região que ciclicamente enfrenta graves carências de água.

Com início na estação Elevatória de Pedrógão/ Margem Esquerda, este Subsistema estende-se por mais de 60 km e dele fazem parte um conjunto de 7 Barragens, 5 Estações Elevatórias e uma mini-hídrica (a de Serpa), garantindo a adução de água a uma extensa mancha (com cerca de 30 800 hectares) e à albufeira da barragem do Enxoé.

Esta última albufeira é, por sua vez, responsável pelo abastecimento público aos concelhos de Mértola e Serpa.

A área beneficiada, de cerca de 30.800 ha, está sub-dividida em 7 blocos de rega, a saber:

Blocos de Rega	Área (ha)	Rede de Rega (m)	Rede Viária (m)	Hidrantes	Bocas de Rega	Potência E.E (Mw)
Orada-Amoreira	2725	42400	26800	138	295	4,7
Brinches	5506	92390	37410	279	591	4,9
Brinches-Enxoé	5011	53749	25700	81	137	6,9
Serpa	5114	68800	28800	206	387	4,1
Caliços-Moura	3030	18900	6603	23	27	1,3
Caliços-Machados	4668	39900	25460	70	129	0,13
Pias	4691	63100	26497	135	297	4,4
Alvarão	453	Ponto de entrega da rede primária				
Total	30870	379239	177270	932	1863	26,43

Para um melhor conhecimento destas infra-estruturas apresentam-se as características principais, alguns desenhos de projecto e fotografias de obra.

As barragens do Subsistema Ardila (em número de 7) são do tipo de aterro zonado, variando a sua altura acima do leito entre 32 e 16 metros e as suas principais características são:

Barragens	Linha de Água	Alt.máxima acima do leito (m)	Cota do coroamento (m)	Desenvolvimento do coroamento (m)	NPA/Nme Albufeira (m)	Volume Útil/ Total Albufeira (U/T) (hm³)
Barragem de Brinches	Rib ^a do Loureiro	32	137,5	550	135/121,25	9,57 / 10,9
Barragem da Laje	Rib ^a da Laje	21,5	180,5	475	177,5/170	3,37 / 4,17
Barragem de Serpa	Rib ^a do Enxoé	28,6	126,5	430,8	123,5/105	9,92 / 10,2
Barragem Amoreira	Barranco das Amoreiras	24	137,5	792	135/125	9 / 10,7
Barragem de Caliços	Barranco dos Caliços	16,65	195,25	472,8	193,75 / 190	0,63 / 0,84
Barragem de Furta Galinhas	Rib ^a de Brenhas	16	227	810	225 / 219	3,08 / 3,75
Barragem de Pias	Rib ^a da Amoreira	16	185	530	182,5 / 177,5	4,2 / 5,4

Apresentam-se, seguidamente, alguns dos pormenores mais significativos destas barragens:

a) Barragem de Brinches



Fotografia 13 – Vista aérea da Barragem de Brinches

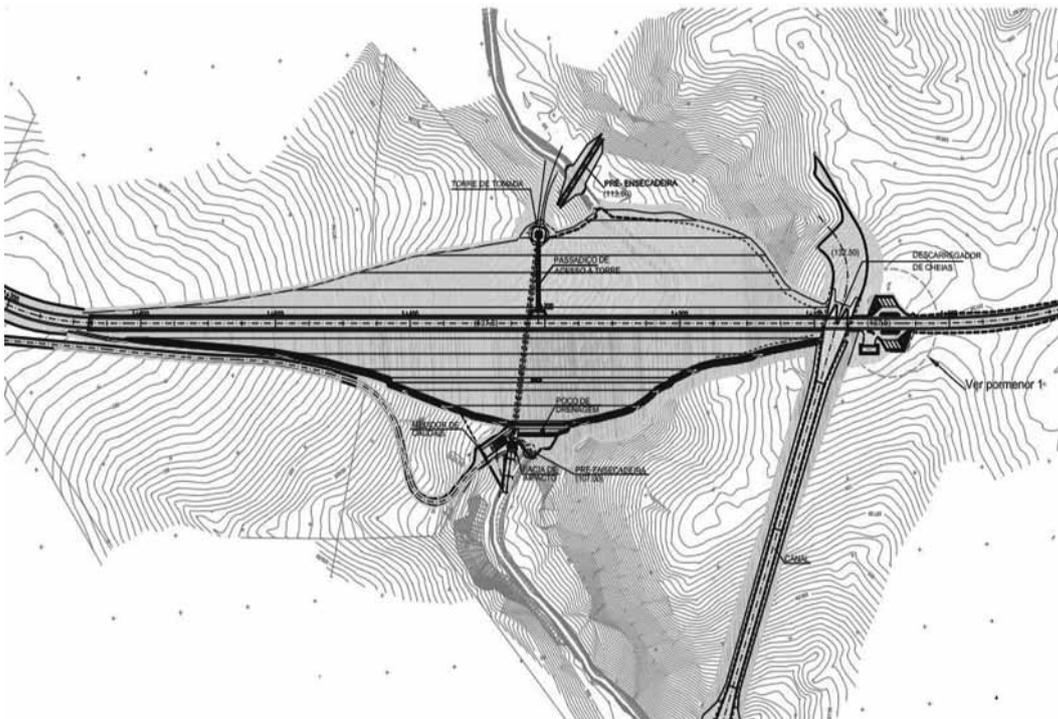


Figura 31 – Barragem de Brinches. Implantação



Fotografia 14 – Barragem de Brinches. Conduite da Tomada de Água

No subsistema do Ardila encontram-se previstos cerca de 60 Km de **adutores** dos quais já se encontram concluídos e em exploração 36,2 km, sendo que os restantes encontram-se em projecto de execução.

As principais características dos Adutores primários são:

Circuito Hidráulico	Desenvolvimento (m)	Adutores	Caudal (m ³ /s)
Pedrogão ME			
Conduite Elevatória	1675	Conduite 2800 mm	19,8
Adutor do Pedrogão	8005	Canal Trap._L sol. [2,5-2] m	19,6 / 8,7
Brinches-Enxoé			
Conduite Elevatória	4400	Conduite 2150 mm	9,1
Adutor Brinches-Enxoé	18100	Conduite 2150 mm - 600 mm	6,5-0,15
Serpa			
Conduite Elevatória	4020	Conduite 2000 mm - 1600 mm	4,2
Amoreira-Caliços			
Conduite Elevatória Amoreira	6630	Conduite 2300 mm	8,4
Caliços-Machados			
Adutor da Atalaia	3600	Conduite 1800 mm	3,5
Adutor de Furta Galinhas	5174	Conduite 1600 mm - 1200 mm	3,5
Caliços-Pias			
Adutor Caliços-Pias	7000	Conduite 1800 mm - 1200 mm	3,3

Apresenta-se, seguidamente, alguns dos pormenores mais significativos de um destes adutores:

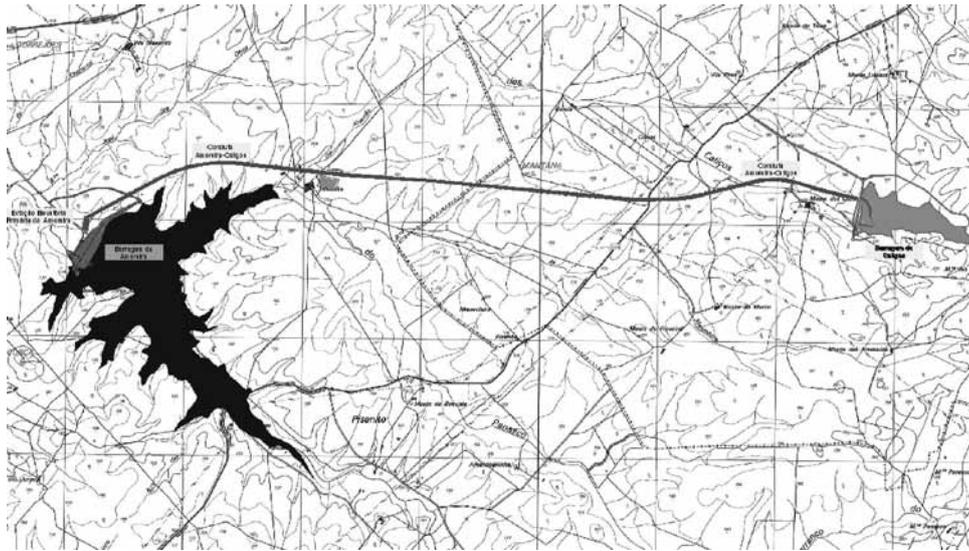


Figura 33 -Localização do Circuito Hidráulico Amoreira-Caliços

O circuito hidráulico de Amoreira-Caliços tem origem na barragem da Amoreira e apresenta a seguinte configuração:

- A jusante da Barragem da Amoreira, localizada no pé da barragem, foi instalada a estação elevatória principal (EEP) da Amoreira que eleva um caudal de 8,4 m³/s desde a cota 125 m (NmE da albufeira da Amoreira) para a cota 193,75 m (NPA da albufeira de Caliços);
- Esta será equipada na 1ª Fase com três grupos electrobomba principais, dois dos quais de velocidade variável, e o grupo auxiliar. Na 2ª Fase, serão instalados os restantes grupos principais em número de três de velocidade fixa. Os grupos principais caracterizam-se por um caudal individual de 1,4 m³/s e uma altura manométrica máxima de 79 m c.a. Daqui resulta uma potência do motor de 1 900 kW. O grupo auxiliar caracteriza-se por um caudal de 0,47 m³/s e uma altura manométrica total de 81 m c.a., com uma potência de 500 kW;

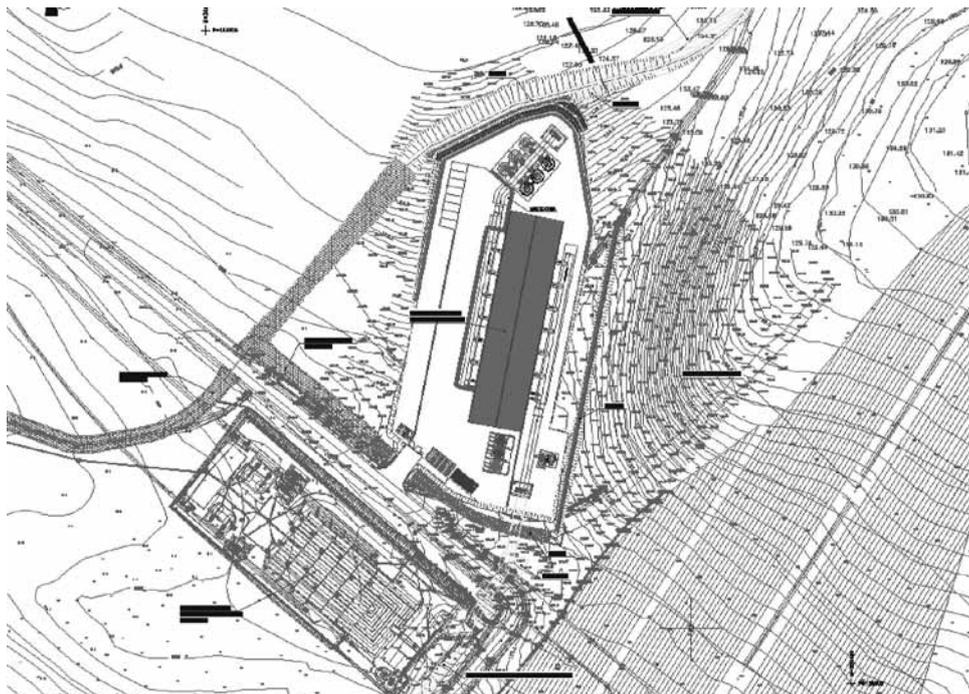


Figura 34 – Planta de Localização da Estação Elevatória

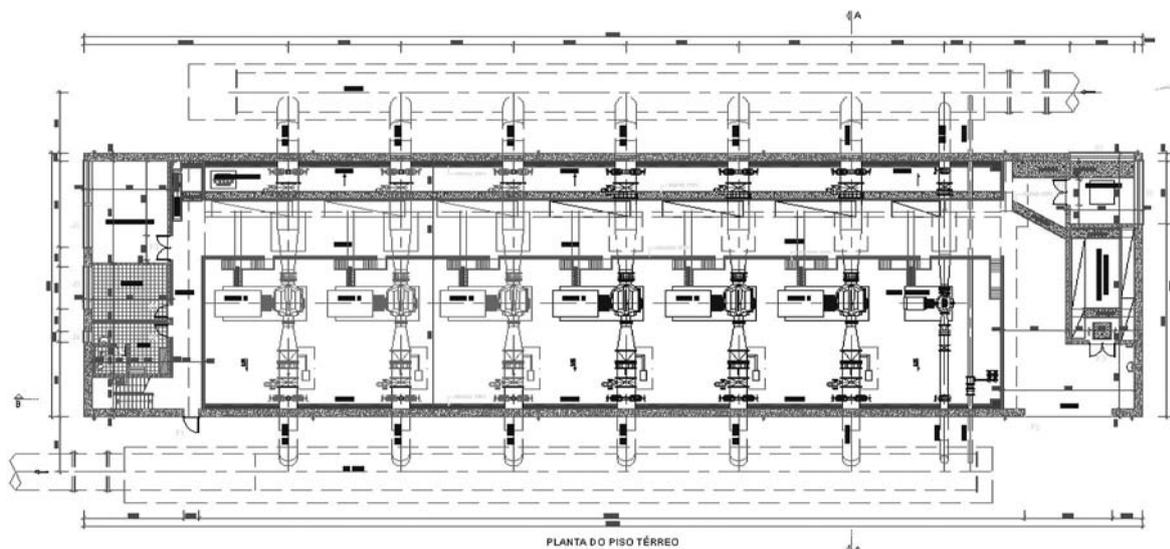


Figura 35 – Layout da Estação Elevatória da Amoreira

- A conduta elevatória, entre a estação elevatória EEP da Amoreira e a barragem de Caliços terá um desenvolvimento de cerca de 6,63 km e será constituída por tubagem de aço com um diâmetro de 2 300 mm, PN 10 e 6;

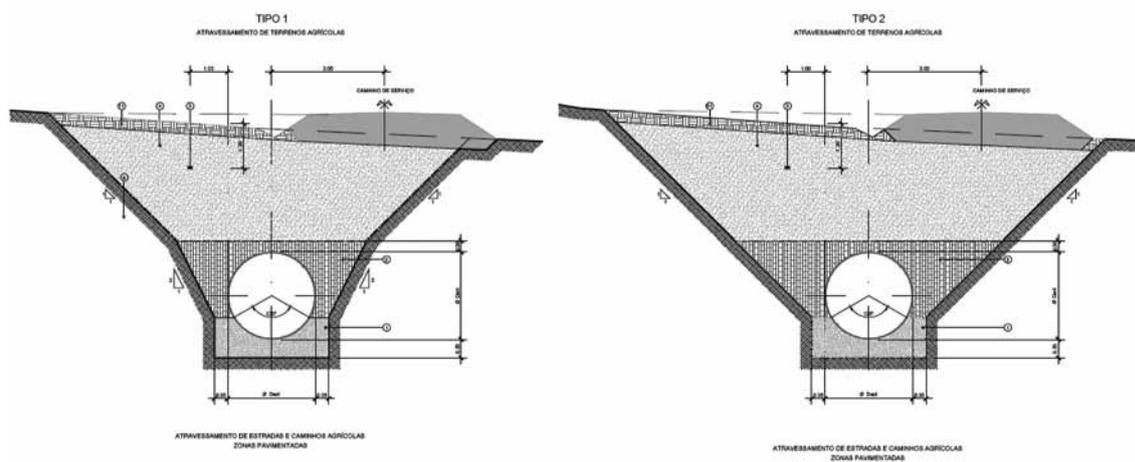


Figura 36 - Perfil Transversal Tipo da Conduta

- No percurso da conduta elevatória, entre a estação elevatória EEP da Amoreira e a barragem de Caliços, ocorrem três derivações. Uma para um reservatório unidireccional, de 350 m³ de capacidade implantado num ponto alto do traçado, na proximidade do marco geodésico de Mantana, resultante da necessidade de se proceder à protecção da conduta elevatória. As outras duas para abastecimento, uma para o monte do Alvarrão e outra para os blocos gravíticos de Moura;

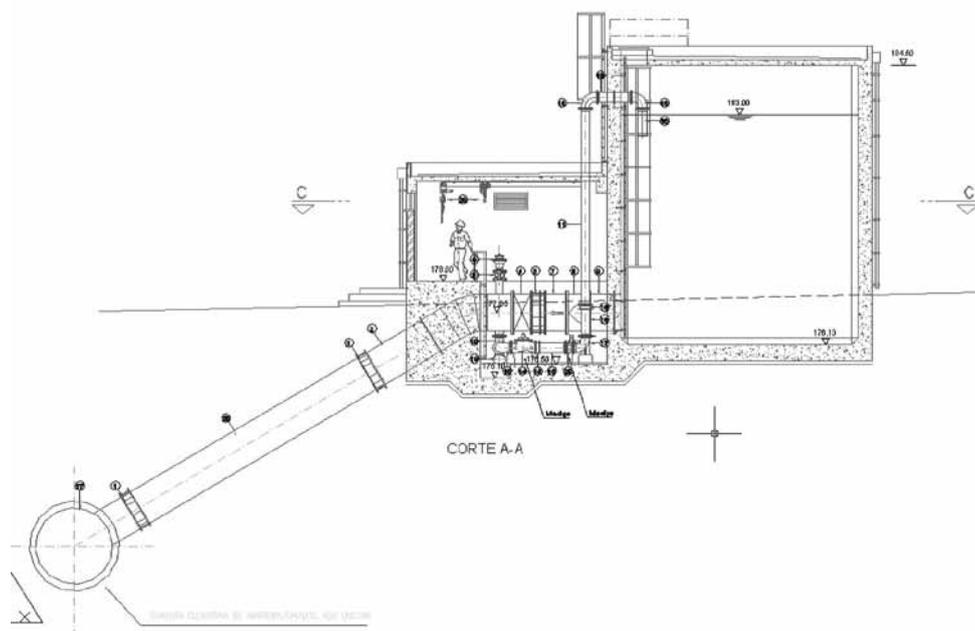


Figura 37 – Reservatório Unidireccional

- A Barragem de Caliços localiza-se no barranco com o mesmo nome, o qual é afluente da Ribeira Vale de Cervas. Esta barragem define uma albufeira com cerca de 10,0 m de altura máxima, medida desde a zona mais baixa da superfície do terreno até ao NPA, à cota 193,75. A cota do coroamento da barragem situa-se à cota 195,25 e o nível de exploração mínimo (NmE) à cota 190,00. O volume total da albufeira é de cerca de 0,8 hm³, o volume útil de 0,56 hm³, e a área inundada é de cerca de 24 ha;



Figura 38 – Barragem de Caliços. Localização

- O perfil tipo da barragem terá os taludes com declive 1 V / 2,5 H a montante e 1 V / 2,0 H a jusante. A jusante prevê-se a construção de banquetas, com dois metros de largura, situada à cota (185,50);

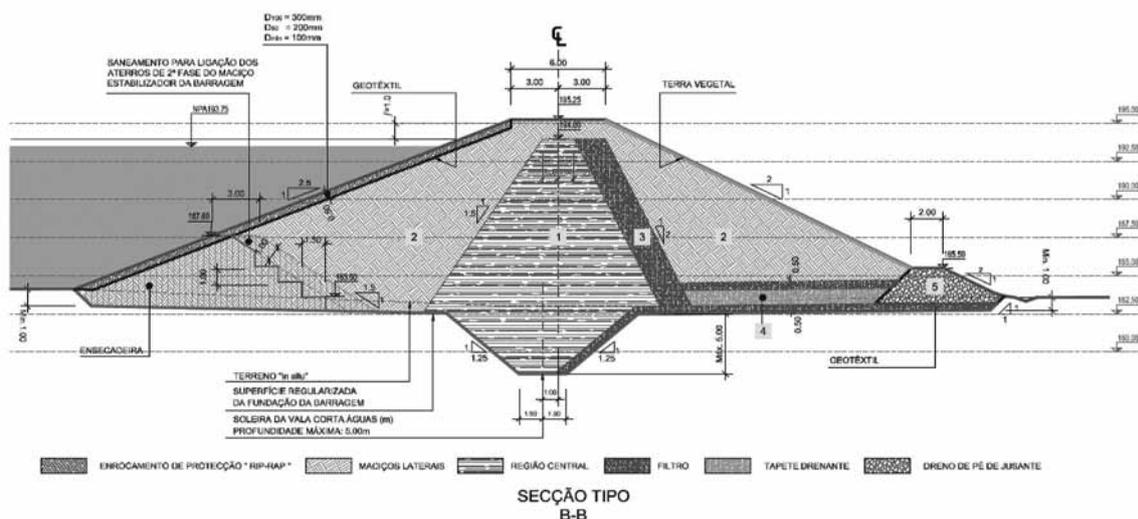


Figura 39 – Barragem de Caliços. Perfil Transversal Tipo

- A barragem de Caliços compreende as seguintes obras hidráulicas de segurança e exploração: Torre de tomada de água para Pias e descarga de fundo, no encontro esquerdo da barragem; Torre de tomada de água para Coutos de Moura e conduta de adução à barragem, no encontro direito da barragem; Descarregador de cheias, constituído por uma soleira em labirinto com aproximadamente 12 metros de comprimento, por um canal com cerca de 75 metros de extensão, uma bacia de dissipação de energia por ressalto hidráulico e por um canal de restituição à linha de água com cerca de 195 metros de comprimento;
- O coroamento da barragem, com 6 m de largura, será constituído por uma plataforma com 4,5 m e passeio com 1,0 m de largura, incluindo lancil, a montante da faixa de rodagem.

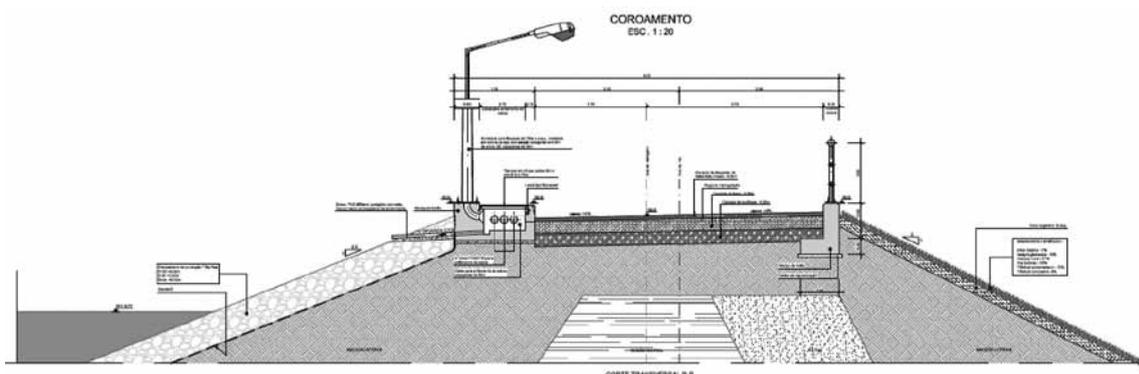


Figura 40 – Barragem de Caliços. Coroamento

UM CONTRIBUTO PARA O DESENVOLVIMENTO

Alqueva assume-se pois como um projecto de desenvolvimento regional, aglutinador de um conjunto de valências capazes de diversificarem o tecido económico e social da região, ancorado nas infra-estruturas que o compõem e na garantia de distribuição de água.

O contributo que Alqueva dá ao Desenvolvimento é potenciado pelo programa de investimentos da Administração Central em curso, os quais dotam a região de infra-estruturas complemen-

tares, nomeadamente no âmbito das acessibilidades e mobilidade, fazendo da zona de influência de Alqueva um destino preferencial para novos investimentos e para novas actividades.

Os exemplos de atractividade vêm dos mais diversos sectores. Da Agricultura à Agro-indústria, do Turismo à Energia, são muitos os projetos que vêm confirmar o novo clima empresarial que se instalou no Alentejo.

As novas áreas de regadio criadas por Alqueva, mais de 120 000 hectares, são a “chave” para uma mudança profunda na agricultura alentejana.

Os novos produtos agrícolas, ou mesmo aqueles que, sendo tradicionais, encontraram na água o fator multiplicador da sua rendibilidade, vieram trazer uma dinâmica sem precedentes ao setor. Associada a esta dinâmica encontra-se a fileira das agro-indústrias, que permitem impulsionar o tecido económico e social da região, criando riqueza e emprego.

A nova realidade que é Alqueva, e o seu lago, o maior artificial da Europa, trouxeram igualmente uma nova actividade ao interior do Alentejo. O Turismo encontrou em Alqueva, e no seu Plano de Ordenamento, a oportunidade para gerar importantes investimentos, diversificando desta forma o tecido económico regional.

A sustentabilidade de um Projecto é também assegurada através da diversidade das suas apostas. Alqueva aposta num desenvolvimento cuidado, assente em práticas ambientalmente sustentáveis, dando corpo a um Projecto de futuro e para o futuro.

DGADR – DIRECÇÃO GERAL DE AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL

APRESENTAÇÃO

Criada em Outubro de 2006 resultante da fusão de 2 organismos (IDRHa³ e DGPC⁴) a Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) é um serviço central do Ministério, dotado de autonomia administrativa que tem por missão contribuir para a formulação política sectorial no domínio dos recursos hídricos em simultâneo garantir a execução das políticas no domínio da agricultura em geral, e muito especificamente através de acções concretas de regadio e de desenvolvimento dos aproveitamentos hidroagrícolas.

DGADR - Missão

Promover a valorização, a competitividade e a sustentabilidade da agricultura e dos territórios rurais

Compete-lhe assim garantir o desenvolvimento rural, nomeadamente através da concretização destes aproveitamentos, assegurando em simultâneo a dinamização de uma política de sustentabilidade dos recursos naturais: solo e água.

Contudo, a multiplicidade de entidades envolvidas na problemática da gestão da água, a crescente concorrência pela utilização do recurso que se tem vindo a sentir nos últimos anos e a necessidade de definição de objectivos estratégicos e operacionais, a incluir num Plano Nacional de Regadio, impõe capacidade de coordenação aliada a uma legitimação da intervenção deste organismo em tudo o que respeita ao sector de modo a assegurar uma boa governança do regadio.

Assim, com atribuições mais alargadas que as suas antecessoras Junta de Hidráulica Agrícola (1966) e Direcção Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola (1977), à DGADR foi reconhecido o importante papel de Autoridade Nacional de Regadio, competindo-lhe representar o então MADRP em todas as matérias relacionadas com a utilização da água na agricultura participando na definição da política nacional da água. De igual modo, de acordo com o Decreto-Lei nº. 209/2006 de 27 de Outubro e fazendo recurso da sua longa experiência no sector, deve a DGADR criar e manter actualizado um sistema de informação sobre o regadio e as infra-estruturas hidroagrícolas que o sustentam (SIR), sistema este já hoje disponível no sítio da DGADR.

Ao ser reconhecido o estatuto de Autoridade, a DGADR foi empossada de novas responsabilidades, nomeadamente relacionadas com a tutela inspectiva do Estado ao nível da regulação das concessões para a utilização das infra-estruturas públicas de regadio, sem todavia perder competências no âmbito da promoção da obra de hidráulica agrícola, competências essas, sublinhe-se, tão exemplarmente exercidas pelos organismos já anteriormente referidos, tornando-se assim um organismo incontornável para o sector do regadio.

³ IDRHa – Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica

⁴ DGPC – Direcção Geral de Protecção das Culturas

1 – Junta de Hidráulica Agrícola

O âmbito da acção da JHA posicionava-se quase em exclusivo como tutela das Associações de Regantes porquanto lhe competia pouco mais do que “... *elaborar os projectos dos regulamentos definitivos das obras de fomento hidroagrícolas, ... dar parecer sobre os projectos de estudos das associações de regantes ..., receber da Direcção Geral de Serviços Hidráulicos as obras e ... promover a entrega às Associações de Regantes.*”

2 – Direcção Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola

A DGHEA passa a promover adjudicação de obras de regadio a jusante das redes primárias a partir de de 82, com a publicação da nova Lei de Fomento Hidroagrícola, competência que lhe é cedida pela então Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos. Doze anos mais tarde (1994) estas competências são reforçadas com a atribuição da execução de barragens hidroagrícolas e redes primárias, até essa data da competência da Direcção Geral dos Recursos Naturais. Estas novas responsabilidades só vêm contudo a ser verdadeiramente postas em prática com a criação do então IHERA em Agosto de 1997.



Fotografia 1 - Barragem de Minutos



Fotografia 2 - Ponte do Rio Arnóia



Fotografia 3 - EE do Bloco 1 do Roxo

Com duas direcções de serviço directamente ligadas a esta área, à DGADR foi atribuído como objectivo imediato não só regularizar a gestão dos aproveitamentos em conformidade com a orientação plasmada na Lei de desenvolvimento hidroagrícola (Dec. Lei 86/2002) mas também concluir as obras consideradas emblemáticas para o regadio nacional: Cova da Beira, Baixo Mondego, Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, Óbidos⁵.

Convém aqui recordar que para a concretização destes aproveitamentos foram criadas logo na formação da então DGHEA e com grande inovação funcional, equipas de projecto desconcentradas como unidades expressamente constituídas para a realização de projectos multidisciplinares integrando técnicos de diferentes especialidades, instaladas de Norte (Macedo de Cavaleiros) a Sul (Sotavento Algarvio) do país.

Foram estas equipas que realizaram os estudos base que serviram para a elaboração dos estudos prévios e mesmo projectos de execução.

A maioria dos técnicos de hidráulica agrícola que marcam a sua presença na actual DGADR teve o seu início de carreira nestas equipas de projecto, sendo inegável a influência pedagógica que estas unidades exerceram nesses técnicos.

É assim natural que no âmbito das Jornadas técnicas “A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas” se dê a conhecer, embora limitado às possibilidades editoriais, a caracterização sumária desses Aproveitamentos que tanto significam para a Direcção Geral e para os seus técnicos da área do regadio.

⁵ Aos quais se juntou uma obra nova contemplada no antigo Plano de Valorização do Alentejo (Veiros no Concelho de Estremoz)

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO BAIXO MONDEGO

O vale do Baixo Mondego corresponde a uma extensa planície aluvionar, atravessada longitudinalmente pelo maior rio nacional, de maior bacia hidrográfica e de maior escoamento anual médio, o rio Mondego.

O Perímetro de Rega do Baixo Mondego é constituído pelo Vale Central do rio Mondego, que se estende por cerca de 40 km, entre as cidades de Coimbra e Figueira da Foz e pelos vales secundários dos afluentes do rio Mondego neste mesmo troço, perfazendo uma área total de 12 300 hectares.

O desenvolvimento deste Aproveitamento Hidroagrícola, que se iniciou na década de 1970, tem decorrido em paralelo com o Aproveitamento Hidráulico do Mondego, cujo objectivo principal é, na zona de regadio, a protecção das povoações relativamente às cheias.



O aproveitamento Hidráulico do Mondego, de responsabilidade do Ministério do Ambiente, engloba as barragens e açudes, a regularização do rio, com os respectivos diques, o Canal Conductor Geral e o Canal de Lares, as redes primárias de enxugo e os Leitões Periféricos (protecção da zona regada relativamente à entrada de águas exteriores).

O Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego inclui as infra-estruturas secundárias de rega, de drenagem e viárias e é da responsabilidade do Ministério da Agricultura. As obras foram precedidas, essencialmente, de estudos de cartografia e física de solos, toalha freática, salinidade, experimentação agrícola, agro-economia e dimensionamento das redes secundárias.

O vale do Baixo Mondego é uma região com elevado potencial agrícola. Os factores limitantes para a obtenção de elevadas produtividades são a estrutura agrária muito pulverizada e de pequena propriedade, a má drenagem dos solos e a má distribuição da água disponível para rega.

As principais culturas irrigadas são o arroz e o milho.

1. FONTES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A água para a rega, para fins industriais, para produção de energia eléctrica e abastecimento às populações, provém das albufeiras das barragens da Aguieira, de Fronhas e da Raiva e do açude-ponte de Coimbra.

- **Barragem da Aguieira:** a barragem da Aguieira, situa-se no rio Mondego, no local da Aguieira, no concelho de Penacova.

Esta barragem tem por finalidade assegurar a produção de energia eléctrica, o fornecimento de água para a rega e outros usos, bem como a regularização e controlo de caudais;

- **Barragem da Raiva:** situa-se também no rio Mondego a jusante da barragem da Aguieira, no local do Coiço, no concelho de Penacova.

Esta barragem tem por finalidade assegurar a produção de energia eléctrica, o fornecimento de água para a rega e outros usos, permitindo ainda a regularização de caudais;

- **Barragem de Fronhas:** situa-se no rio Alva, no concelho de Arganil.

Esta barragem tem como finalidade assegurar a regularização e controlo de caudais, o fornecimento de água para a rega e outros usos, bem como do reforço de água para assegurar a produção de energia eléctrica.

A central hidro-eléctrica localiza-se na barragem da Agueira, sendo a água derivada para a albufeira daquela barragem, através de um túnel com 8,2 km de desenvolvimento;

- **Açude – Ponte de Coimbra:** O açude-ponte de Coimbra, localizado em Coimbra, tem por finalidade derivar a água para o Canal Conductor Geral para assegurar o abastecimento de água para a rega e outros usos.

2. O AÇUDE-PONTE DE COIMBRA



AÇUDE-PONTE DE COIMBRA	
. tipo	Gravidade
. altura máxima do coroamento	20,2 m
. desenvolvimento do coroamento	202,1 m
. largura do coroamento	4,2 m
ALBUFEIRA	
. cota do N.P.A.	18,0 m
. cota do N.M.C	19,0 m
. capacidade útil	0,60 hm ³

3. CANAL CONDUTOR GERAL



A rede primária de rega do Aproveitamento Hidráulico do Mondego é tutelada actualmente pelo Instituto da Água (INAG) e é essencialmente constituída pelo Canal Condutor Geral com um desenvolvimento de cerca de 37 km e dimensionado, na secção inicial, para um caudal de 22 m³/s.

4. REDE SECUNDÁRIA DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO BAIXO MONDEGO (AHBM)

As redes secundárias de rega têm como objectivo a adução de água a partir da rede primária, nomeadamente do Canal Condutor Geral, para os diversos blocos que se estruturam na área a beneficiar, e nestes, até às diversas parcelas.

O critério geral que presidiu ao traçado das redes secundárias no Baixo Mondego foi o de conduzir a água de rega à cabeceira de cada parcela.

A rede secundária de rega é essencialmente constituída por condutas enterradas em baixa pressão – as regadeiras - ligando a infra-estrutura primária às caixas de rega localizadas em cada parcela. As tomadas ou caixas de rega são estruturas de betão, à qual são acopladas 2 válvulas que, conjuntamente, debitam um caudal de 30 l/s.



As tomadas de água encontram-se, geralmente, colocadas na parte superior central de cada parcela, junto ao caminho que a delimita, permitindo assim um fácil acesso à água e possibilitando as necessárias operações de manutenção e fiscalização, bem como a manobra das válvulas.

A rede secundária de rega preconizada para o AHBM encontra-se particularmente adaptada à cultura do arroz e ao método de rega tradicionalmente utilizado nesta cultura (rega por gravidade). Esta situação resulta do domínio da cultura do arroz existente na área do aproveitamento hidroagrícola.

A rede secundária de rega construída até esta data e que já está em exploração tem um desenvolvimento total de aproximadamente de 205 869 m, abrangendo uma área beneficiada de cerca de 5 478 ha (resultando uma densidade de aproximadamente 38 m/ha).

Em geral, tem-se vindo a assumir o desenvolvimento da rede de rega do AHBM com um sistema de distribuição de água de rega em baixa pressão, exclusivamente com a carga disponível a partir do Canal Condutor Geral.

O sistema de distribuição em baixa pressão é formado por regadeiras que derivam directamente de tomadas de água do Canal Condutor Geral, ou de adutores, também com origem neste, os quais incluem saídas especiais nos adutores que controlam os caudais de alimentação das regadeiras principais.

A partir do Canal Condutor Geral foi construído, o Adutor de Ereira/Maiorca/Foja, com cerca de 3,0 km de extensão, com o objectivo de alimentar os Blocos de Montemor/Ereira, de Maiorca e de Foja.

No Canal Conductor Geral, a estrutura de derivação de caudais para este Adutor, englobou a implantação de um módulo de rega de 1 800 l/s, a qual permite a manutenção da filosofia de comando e controlo das derivações tipo no Canal Conductor Geral.

A excepção ao exposto anteriormente, verifica-se no Bloco de S. Martinho do Bispo /S. João, dado que aí foi instalado um sistema de rega, em que a água é pressurizada a partir da Estação Elevatória de S. Martinho do Bispo.

5. REDE DE DRENAGEM DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO BAIXO MONDEGO

A rede de drenagem é formada por um conjunto de valas a céu aberto, não revestidas, de secção trapezoidal que visam a evacuação das águas em excesso e o controlo limitado dos níveis freáticos.



O dimensionamento desta rede de drenagem foi definido de acordo com os seguintes critérios de drenagem: o escoamento de um caudal udométrico de 2,5 l/s/ha e a manutenção de um plano de água com uma profundidade mínima de 0,60 m.

Para cada bloco hidroagrícola, o traçado da rede de drenagem assume um papel estruturante, pois permite definir o seu delineamento geométrico, onde se inserirem as outras redes, a de caminhos e a de rega.

6. REDE VIÁRIA DO AHBM

A concepção da rede viária assentou num duplo objectivo:

- Possibilitar o acesso a todos os prédios ou parcelas, em cada Bloco (caminhos agrícolas ou secundários);
- Fazer a ligação deste tipo de caminhos com os núcleos populacionais confinantes (caminhos rurais ou principais).

A implantação procurou ligar as povoações onde se radicam os centros de lavoura com as explorações agrícolas, adequando distâncias médias de transporte e racionalizando os trabalhos da maquinaria agrícola.



7. EMPARCELAMENTO RURAL

A área emparcelada no AHBM localiza-se na zona do vale central, cujo valor atinge cerca de 4.632 ha, distribuídos pelos seguintes blocos: Bloco de S. Martinho e S. João do Campo (redução de 1883 prédios para 513 prédios), Bloco de Tentúgal (2063 prédios passaram a 767 prédios), Bloco de Meãs do Campo (868 prédios passaram a 537 prédios), Bloco de S. Silvestre e S. Martinho da Árvore (1590 prédios passaram a 734 prédios), Bloco da Carapinheira (2152 prédios passaram a

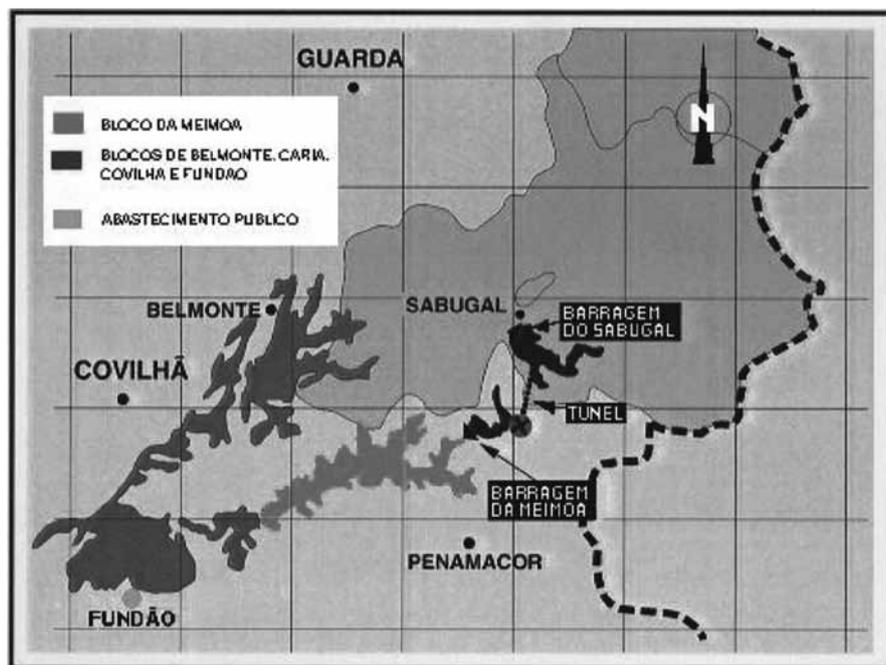
684 prédios), Bloco de Montemor e Ereira (1565 passaram a 446 prédios) e Bloco de Alfarelos (1150 prédios passaram a 415 prédios).

Os benefícios mais importantes com a reestruturação fundiária no Baixo Mondego são os seguintes:

- Aumento da dimensão das explorações agrícolas, quer pela concentração das diversas parcelas de cada proprietário, quer pela incorporação de terrenos da reserva de terras;
- Aumento da produtividade do trabalho, diminuição dos custos de produção, menores custos de transporte, utilização mais racional dos meios de mecanização e de mão-de-obra, aplicação mais adequada dos bens de produção;
- Resolução de alguns conflitos de ordem social e patrimonial (servidões, encraves, acesso a águas, extremas).

O AH do Baixo Mondego é, no presente, o único caso de sucesso de emparcelamento em Aproveitamentos Hidroagrícolas.

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA



1. INTRODUÇÃO

O Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira insere-se no plano de aproveitamento dos recursos hídricos da bacia superior do Rio Zêzere e do Alto Côa.

Trata-se de um aproveitamento hidroagrícola de fins múltiplos que visa beneficiar através do regadio uma área de cerca de 12 400 ha, o abastecimento de água aos concelhos de Sabugal, Pinhel, Almeida, Penamacor e Fundão, a regularização fluvial, a defesa contra cheias dos cursos de água e a produção de energia eléctrica, aproveitando a transferência de água das cabeceiras do Rio Côa (Bacia Hidrográfica do Douro) para a ribeira da Meimosa (Bacia Hidrográfica do Tejo) com uma queda de 220 m.

A área de regadio engloba diversos blocos de rega, que tomam o nome da área geográfica na qual estão maioritariamente inseridos: Meimoa (3 400 ha), Belmonte e Caria (3 177 ha), Covilhã (1 643 ha), Fundão (2 021 ha), Fatela (1 133 ha), Capinha (864 ha) e Sabugal (122 ha).

2. CARACTERIZAÇÃO DAS INFRA-ESTRUTURAS

O Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira compreende diversas infra-estruturas de armazenamento, de adução, de transporte, de distribuição e de regularização de água.

A nível de armazenamento:

- **Barragem do Sabugal**

Tem como principais finalidades:

- O abastecimento do Aproveitamento Hidroagrícola, directamente ao Bloco do Sabugal, e através do reforço da Barragem da Meimoa, aos restantes blocos;
- O abastecimento público dos municípios de Penamacor, Sabugal, Almeida e Pinhel, através de uma estação elevatória no pé da barragem;
- A regularização do Rio Côa,

e como principais características:

- Barragem de aterro de perfil zonado;
- Área da Bacia hidrográfica: 130,0 Km²;
- Altura Máxima – 56,5 m;
- Desenvolvimento – 1005,0 m;
- Volume de Armazenamento -114,3 hm³;
- Superfície Inundada – 7.3 km²;
- Caudal Máximo Descarregador Superfície – 182 m³/s;



- **Barragem da Meimoa**

Tem como principais finalidades:

- O abastecimento do Aproveitamento Hidroagrícola através dos afluentes próprios ou do reforço do Sabugal,
- O abastecimento público dos municípios de Penamacor e do Fundão,

e como principais características:

- Barragem de aterro zonado;
- Área da Bacia hidrográfica: 61 Km²;
- Altura Máxima – 56.0 m;
- Desenvolvimento – 656,0 m;
- Volume de Armazenamento - 40,9 hm³;
- Superfície Inundada – 2,2 km²;
- Caudal Máximo Descarregador Superfície – 124 m³/s;

- **Barragem da Capinha**

Tem como principais finalidades:

- O abastecimento público do município do Fundão

e como principais características:

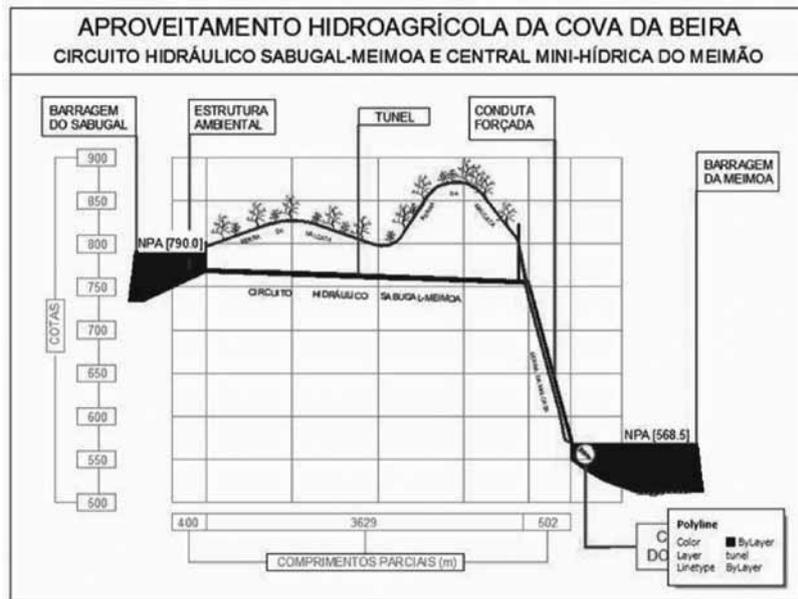
- Barragem de aterro homogéneo;
- Área da Bacia hidrográfica: 6.3 Km²;
- Altura Máxima – 18,0 m;
- Desenvolvimento – 231,0 m;
- Volume de Armazenamento – 0,5 hm³;
- Superfície Inundada – 9,7 ha;
- Caudal Máximo Descarregador Superfície – 33 m³/s;

A nível de transferência de caudais entre barragens destaca-se o

- **Circuito hidráulico Sabugal-Meimoa**

Tem como finalidade o reforço dos caudais a disponibilizar pela Barragem da Meimoa, a partir da Barragem do Sabugal vencendo um desnível de 211.5 m numa extensão de 5.1 Km, permitindo assegurar uma componente de produção de energia eléctrica.

A obra é constituída por uma conduta de betão DN 2500 com 360 m de comprimento, uma torre de manobra com 30 m de altura, um túnel de secção circular com 3.0 m de diâmetro e 4 122 de extensão incluindo uma chaminé de equilíbrio e uma conduta forçada em aço de diâmetro variável entre 1.6 e 1.2 e 556 m de desenvolvimento. A tomada de água, estrutura prismática de betão, está dotada de 12 comportas de maré com grelhas de protecção. Está implantada a cotas profundas e afastada da margem da albufeira.



Fotografia 4 - Estrutura de captação



Fotografia 5 - Conduta forçada

No final da conduta encontra-se a Central do Meimão.

E como rede de transporte, a

- **Rede primária de rega**

Dimensionada para 9,4 m³/s e com início na tomada de água da barragem da Meimoa.

O canal condutor geral com cerca de 62 km de comprimento, inclui diversos reservatórios de compensação (dez) cuja finalidade é abastecer as condutas que constituem a rede secundária de rega.

Tem secção trapezoidal e rasto com 2 metros nos dois primeiros troços (30 km) e 1,50 no último.



Fotografia 6 - 2º troço do canal condutor geral. Em construção e já em carga

- **Rede secundária de rega**

A rede de distribuição com um desenvolvimento global de 463 Km, está dotada de bocas de rega e respectivos órgãos de segurança e manobra que distribuem água filtrada directamente aos beneficiários em cada uma das parcelas de rega é constituída por condutas enterradas, de betão com alma de aço nos grandes diâmetros, sendo os pequenos de fibrocimento no Bloco da Meimoa e PEAD nos restantes.

- **Central Hidroeléctrica do Meimão**



Fotografia 7 - Turbina



Fotografia 8 - Válvula de jacto oco

Localizada na margem direita da ribeira da Meimoa, destina-se a turbinar os caudais transferidos para a albufeira da Meimoa, aproveitando a queda bruta disponível, resultante da diferença entre o nível da água na albufeira do Sabugal e o nível de restituição na Meimoa. Tem como principais características:

Queda bruta	Entre 205,5 e 221,5 m correspondente às variações de cota da albufeira do Sabugal [790,0 / 774,0] e a cota de restituição [568.5]
Potência máxima	6 MVA
Grupo gerador	De eixo vertical constituído por uma turbina e um alternador síncrono trifásico
Turbina	Tipo Francis de eixo horizontal
Caudal nominal	4m ³ /s para uma queda de 214,5 m
Potência nominal do grupo gerador	5800 kW, correspondente a 6 MVA no transformador
Válvula de guarda	DN 1200

Foram ainda construídos no âmbito do Aproveitamento Hidroagrícola:

- Edifício Sede da Associação de Beneficiários da Cova da Beira no Fundão;
- Redes de caminhos e enxugo.

APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DO SOTAVENTO ALGARVIO

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL

O Aproveitamento Hidroagrícola do Sotavento Algarvio está integrado num sistema hidráulico global constituído pelo Aproveitamento Hidráulico de Odeleite-Beliche, de fins múltiplos, para abastecimento urbano, industrial, rega, e também para fazer face a uma crescente indústria de turismo.

O sistema, com uma área aproximada de 35 000 ha, está dividido em duas fases, das quais sómente a primeira se encontra implementada. Nesta fase, o sistema também abastece sete municípios do distrito de Faro, para uma população flutuante estimada em 800 000 habitantes no ano 2020 (250 000 permanentes).

Incluída na zona agro-ecológica designada por “Sotavento” e dominada pelas culturas mediterrânicas tradicionais tais como amendoeiras, figueiras e alfarrobeiras, a primeira fase de beneficiação do Sotavento Algarvio abrange uma área total na ordem dos 8 600 ha que se estende pela orla costeira (onde imperam as estufas e hortícolas a céu aberto) e pelos terrenos do barrocal (onde a rega tem permitido o estabelecimento de pomares), a sul da Via Longitudinal do Algarve (Via do Infante), entre a povoação de Altura, a leste, e a estrada da Fuseta-Moncarapacho, a oeste, dos concelhos de Vila Real de Santo António, Castro Marim e Tavira.



2. COMPONENTES MAIS IMPORTANTES DO SISTEMA

O Aproveitamento Hidráulico de Odeleite-Beliche compreende um conjunto de estruturas hidráulicas:

- duas barragens (Odeleite e Beliche);
- túnel que une os Reservatórios de Odeleite e Beliche;
- adutor;
- 5 estações elevatórias;
- estação de tratamento de águas;
- reservatório de Santo Estêvão;
- redes de rega, enxugo e caminhos agrícolas;

Directamente relacionados com o AH há a considerar como infra-estruturas:

a) Adutor

A ligação entre a albufeira de Beliche e o Centro distribuidor de Sto Estêvão é assegurada por uma conduta de betão armado pré-esforçado de DN 2500 mm, com aproximadamente 28 Km, que garante o transporte de um caudal máximo de 10,4 m³/s, bombeado com recurso a duas estações elevatórias.

Ao longo do adutor foram instalados vários aparelhos de protecção tais como ventosas nos pontos altos.

O Adutor assegura em simultâneo o fornecimento directo aos Blocos D1 a D4.1.



b) Reservatório de Santo Estêvão

Localizado a 28 Km a Oeste da Barragem de Beliche, o Centro Distribuidor é constituído por um reservatório a céu aberto, do tipo colinar, concebido para armazenamento nos períodos de baixa procura quer de rega quer abastecimento urbano. Está dotado de um conjunto de obras hidráulicas de segurança e duas tomadas de água, uma para alimentação da Estação de Tratamento de água (ETA de Tavira) no lado Norte, e outra para a rega dos blocos D4.2 e D4.3 (estação elevatória EE3) no lado Sul. Esta estação está equipada com 4 grupos de bombagem de eixo vertical.



O Reservatório, com uma capacidade de 130 000 m³ entre as cotas (100,0) e (105,0) (coroa-mento à cota 106,0) tem autonomia para 8 horas de abastecimento da ETA de Tavira, e permite dispor de um volume correspondente a cerca de 50% do consumo de rega diário dos Blocos D4.2 e D4.3.

c) Estações de filtração

A água transportada pelo adutor contém uma quantidade diversa de partículas sólidas de vários tipos e tamanhos que poderão danificar alguns elementos da rede secundária de rega, nomeadamente os contadores.

Por outro lado, o entupimento é um dos problemas mais generalizado nas instalações de rega localizada.

Para evitar estes problemas, cada bloco de rega directamente abastecido pelo adutor tem a sua própria estação de filtração primária, constituída por uma bateria de filtros de malha, do tipo auto-limpante, de 14 polegadas de diâmetro, instalados em paralelo.

d) Estações Elevatórias

Características

Designação		Estação Elevatória EE3 (Santo Estêvão)		Estação Elevatória EE4 (Santa Rita)		Estação Elevatória EE5 (Asseca)	
Equipamento	Bombas	Qt=2	Q = 1200 m ³ /h HMT=25 mca	Qt=2	Q = 561 m ³ /h HMT=20 mca	Qt=2	Q = 158 m ³ /h HMT=45 mca
		Qt=2	Q = 600 m ³ /h HMT=25 mca	Qt=2	Q = 277 m ³ /h HMT=20 mca	Qt=2	Q = 78 m ³ /h HMT=45 mca
		Grupo electrobomba de eixo vertical com bomba submersível e motor a seco		Grupo electrobomba de eixo horizontal com bombas centrífugas monocelulares			
	Moto- res	Qt=2	Pot=132 KW	Qt=2	Pot=45 KW	Qt=2	Pot=30 KW
		Qt=2	Pot=75 KW	Qt=2	Pot=22 KW	Qt=2	Pot=22 KW
		Motores eléctricos assíncronos, 400 V, 50 Hz com rotor em curto circuito					
Reservatório hidropneumático	Qt=1	Volume=40 m ³	Qt=2	Volume=15 m ³	Qt=2	Montante-6 m ³ Volume Jusante-9 m ³	
Posto de transformação	800 kVa		200 kVa		160 kVa		
Filtro	Vide o quadro dos filtros (alínea f)						
Área a beneficiar (em relação à área total)	1 099 ha (Bloco D4.2)		458 ha (sub-bloco D2.1A)		120 ha (sub-sector do D4.1)		

e) Rede de Rega

Abrangendo 3 900 agricultores e uma área regada de 8 100 ha divididos em vários blocos de rega, a rede de rega sob pressão tem, aproximadamente, 272 km de comprimento.

A tubagem utilizada no Sotavento é de ferro fundido dúctil, fibrocimento e PVC, seleccionada de acordo com as condições de construção e utilização; no entanto, como referência, refere-se:

Ø (mm)	Material
↖ 350 mm	PVC
350 – 1000	Fibrocimento
↗ 1000	Ferro fundido dúctil

As travessias de caminhos de ferro, rios e estradas principais (ex., EN 125) foram geralmente realizadas com tubagem de ferro fundido dúctil.

As condutas estão equipadas com um grande número de equipamento de manobra adequado a este tipo de redes: válvulas de seccionamento (cunha e borboleta), descargas de fundo, ventosas para prevenir a ocorrência de bolsas de ar e, conseqüentemente reduções de caudal e golpes de aríete, válvulas de segurança para evitar sobrepressões e hidrantes de rega. Estes são compostos por limitadores de caudal, contadores de água, redutores de pressão e, em certos casos, de micro-ventosas. Podem ter uma a quatro bocas de rega, cada uma distribuindo água a diferentes prédios, o que dimensiona diferentes caudais mas sempre com uma pressão mínima de 3,5 bar, suficiente para o funcionamento da rede de rega terciária (aspersores ou gota-a-gota).

Foi adoptado o fornecimento de água de rega a “a pedido”, o que permite ao agricultor utilizar a boca de rega em qualquer período sem que para isso tenha de informar o cantoneiro. No fim da campanha de rega, o agricultor pagará o volume de água fornecido/consumido.



f) Caminhos Agrícolas

Algumas parcelas de rega eram de difícil acesso, o que dificultava a garantia de mecanização de certas actividades incluindo o transporte para o mercado de culturas produzidas. A construção de uma boa rede de acessos agrícolas não só evitará, no futuro, o risco de perdas como também será útil para a utilização e manutenção da rede de rega.

Dentro do perímetro de rega foram construídos, reparados e revestidos com betuminoso 78 km de caminhos agrícolas.

g) Rede de drenagem

Há quem diga que a drenagem é o preço a pagar por uma agricultura sustentável de regadio; no entanto, parece ser um preço justo já que de uma boa rede de drenagem resultam menores custos de produção através de:

- Melhoria da estrutura do solo;
- Protecção de cheias;

Melhor acessibilidade;
Controlo de salinidade.

Com este objectivo, a rede de drenagem foi sujeita às seguintes acções:

- Remoção de árvores caídas, troncos, pedras e entulho, de modo a manter a capacidade do escoamento dos rios ou valas;
- Protecção de margens com enrocamento armado;
- Construção de diversos pontões para permitir o acesso de maquinaria.



Fotografia 9- Antes da melhoria



Fotografia 10 - Protecção por enrocamento

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA LEZÍRIA GRANDE DE VILA FRANCA DE XIRA

1. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é uma faixa de terreno de forma alongada, situada a cerca de 25 Km de Lisboa, limitada pelos rios Tejo e Sorraia que a contornam sensivelmente a Oeste e a Este respectivamente, constituindo-a como que uma ilha com uma área de 13 420 hectares. Esta área encontra-se dividida, aproximadamente ao meio, pelo troço da Estrada Nacional 10 que liga Vila Franca de Xira ao Porto Alto.

A metade situada a norte desta estrada constitui a área de intervenção próxima e será designada, abreviadamente, por **Lezíria Norte** (6 620 hectares) enquanto que, a parte que fica a sul, será, de modo idêntico, designada por **Lezíria Sul**. ()



Fotografia 11 - A Lezíria Norte vista da E.E. do Ramalhão

Trata-se de uma zona de cotas baixas, entre cerca de (1) e (2), circundada por um dique com cerca de 62 Km de desenvolvimento com a finalidade de a proteger das inundações daqueles dois rios. Na verdade as suas cotas são “...inferiores aos níveis de cheia, ao norte, e aos níveis de das preia-mares ao Sul..”⁶

Os solos, de natureza aluvionar, consistem em depósitos de origem fluvial na parte mais a Norte e de origem marinha na parte central e sul. Estes últimos ocupam cerca de 80% da área total. As características dos solos (permeabilidade e salinidade/alcalinidade), associadas às baixas cotas da zona bem como o sistema de rega adoptado, com admissão de água através de comportas, apresentando-se em certas alturas do ano com teores elevados em sais, conduziram à necessidade de prever sistemas de drenagem e técnicas de melhoramento do solo adequados à recuperação dos solos e à manutenção da sua fertilidade.



Presentemente a área total regada (**Lezíria Norte e Lezíria Sul**) é, apenas, cerca de 6 400 hectares devido às dificuldades de adução de água de boa qualidade, em quantidade suficiente, e aos problemas de drenagem e de salinidade dos solos.

⁶ Lencastre, A. Hidráulica Fluvial e Agrícola. LNEC. Lisboa. 2004

A água para rega é derivada dos rios Tejo e Sorraia, através de portas existentes no dique, para as valas de drenagem, desempenhando estas uma dupla função de rega e de drenagem com todos os inconvenientes que uma situação destas acarreta.

2. OBJECTIVOS DO EMPREENDIMENTO

Como resultado do investimento neste Aproveitamento Hidroagrícola pretende-se que seja garantido ao agricultor não só a disponibilização de água sob pressão de modo a ser possível a utilização de métodos de rega mais eficientes e economizadores do recurso mas também assegurar a qualidade da água de rega invertendo uma situação de degradação do solo que parecia eminente.

3. ANTECEDENTES DO APROVEITAMENTO

Desde há longos anos que os problemas de defesa e enxugo das terras da Lezíria têm sido objecto de atenção por parte das entidades oficiais.

Como primeira obra importante para a utilização de água para rega, iniciou-se, em 1910, a abertura do colector Mar de Cães cuja directriz coincidia com o eixo longitudinal da parte central e sul da Lezíria.

Em 1953, é concluído o “Projecto de Defesa, Enxugo e Vias de Comunicação” que viria a alterar substancialmente o esquema de drenagem então existente. Foi o resultado da execução da 1ª parte deste trabalho, complementado com algumas obras recentemente realizadas, que conduziu à situação actual em termos de rega, defesa e enxugo.

Sob o dique existem portas de água que, para além de servirem para a saída de água proveniente da drenagem, em muitos casos, são utilizadas como entrada de água para rega. A condução é feita através das valas de drenagem, sendo elevada para a rega mediante bombagens individuais.

No que se refere à drenagem, o sistema tradicional, ligado ao conjunto de portas existentes, está dependente da influência das marés que se propagam ao longo dos rios Tejo e Sorraia. A saída das águas, através das portas, está sempre condicionada à situação de baixa-mar, a qual desde que ocorra em situações de cheia ou de vento forte de sudoeste, não permite a sua evacuação, permanecendo as águas da chuva acumuladas vários dias no interior da Lezíria, originando um nível freático elevado.



Estas circunstâncias são por vezes agravadas pelo mau estado de conservação de alguns dos principais colectores, não só devido à forte sedimentação que apresentam, como também à redução da sua capacidade de vazão, resultante da proliferação de ervas infestantes.

Em face das condicionantes apontadas, uma vez mais, o problema foi retomado na perspectiva de encontrar uma solução que em termos técnicos e económicos fosse a mais adequada à recuperação das terras que constituem a Lezíria Grande de Vila Franca de Xira.

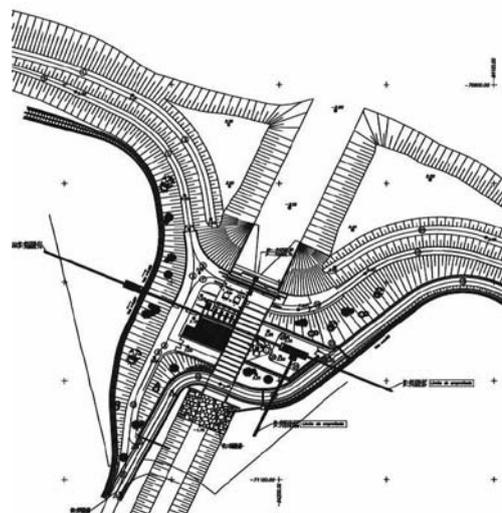
4. CARACTERIZAÇÃO DAS INFRA-ESTRUTURAS PRINCIPAIS

4.1 – Tomada de Água, Derivação e Estação Elevatória do Conchoso

Localiza-se no extremo norte da Lezíria e destina-se à adução de água do Rio Tejo, quer graviticamente através da Derivação quer por bombagem através da Estação Elevatória, servindo adicionalmente para remoção de caudais de drenagem.

Os vãos da Tomada de Água, quer para a Estação Elevatória quer para a Derivação, são equipados com comportas vagão, accionadas por servomotores hidráulicos e comandadas automaticamente em função dos níveis da água.

A Derivação é uma estrutura em betão armado fundada sobre estacas, com o comprimento total de 50 m e largura interior de 10,60 m, com a configuração de um canal de secção rectangular, na extremidade do qual se localiza a transição para o Canal Principal



Fotografia 12 - Tomada de Água do Conchoso – Vista Geral

Estação Elevatória e Edifício de Exploração

A Estação Elevatória, uma estrutura rectangular em betão armado, fundada sobre estacas, com o comprimento de 26,8 m e a largura de 10,60 m, está equipada com 4 grupos electrobomba de eixo vertical, com bombas bicelulares de altura nominal de elevação de 60 m.c.a., e caudal nominal de 700 l/s, a potência tomada é de 478kW, sendo accionadas por motores eléctricos de potência nominal de 530kW.

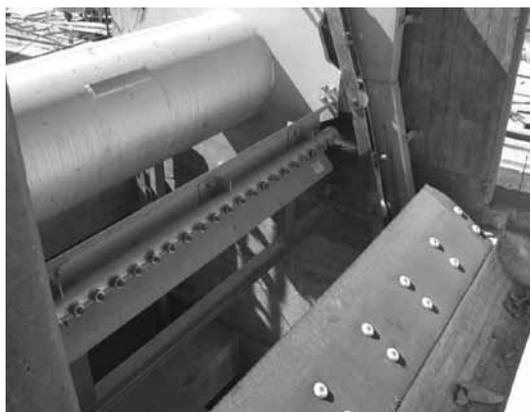
Para controle da velocidade/binário dos Grupos, a Estação Elevatória está equipada com conversores de frequência.

O Edifício de Exploração desenvolve-se em dois pisos, estando instalado no piso superior o quadro de comando e posto de supervisão da Estação Elevatória.



Fotografia 13 -Comportas – Tomada de Água

A montante da câmara de aspiração das bombas e para a filtração da água de rega, estão instalados 2 tamisadores de duplo fluxo, de banda contínua e limpeza automática, com malha com a dimensão de 2 mm, para um caudal nominal de 1,4 m³/s.



Fotografia 14 -Tamisador

Dois Reservatórios Hidropneumáticos (RAC'S) verticais, com um volume unitário de 50 m³, garantem a protecção das redes de rega contra golpes de aríete gerados no sistema elevatório, bem como o controle dos arranques e paragens dos grupos electrobomba.



Fotografia 15 -Derivação para o CCG Canal Conductor Geral

Para assegurar todas as manobras de manutenção e conservação das comportas vagão, enseadeiras, grelhas metálicas e grupos electrobomba principais, a instalação está equipada com um pórtico rolante de 63 kN na zona da Tomada de Água e outro de 100kN na zona de bombagem.



Fotografia 16 -Pórtico Rolante na zona da Tomada de Água

4.2. – Estação Elevatória do Ramalhão

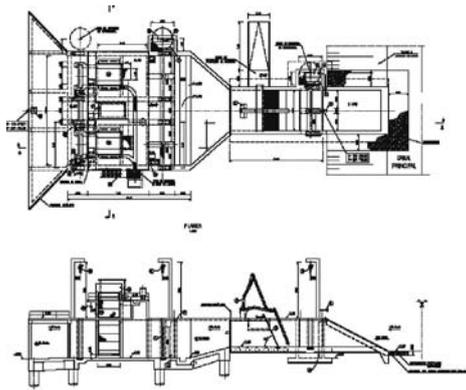


Fotografia 17 - Vista Geral

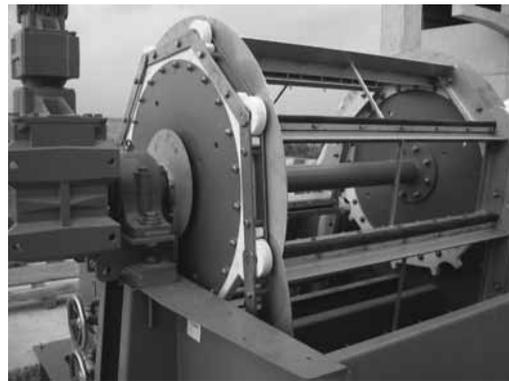
Situa-se junto ao Canal Principal, sensivelmente ao km 5+570, ocupa uma área total com aproximadamente 78 m x 100 m, sendo delimitada a nascente pelo Canal e a poente por uma estrada da rede viária da Lezíria. É constituída por Tomada de Água, Edifício da Estação Elevatória e Reservatórios Hidropneumáticos.

Tomada de Água

A Tomada de Água está dimensionada para um caudal de 3,05 m³/s e, através dela, é feita a captação de água no Canal Principal. Está equipada com uma grelha metálica fixa e máquina limpa-grelha de funcionamento automático.



Planta e Corte

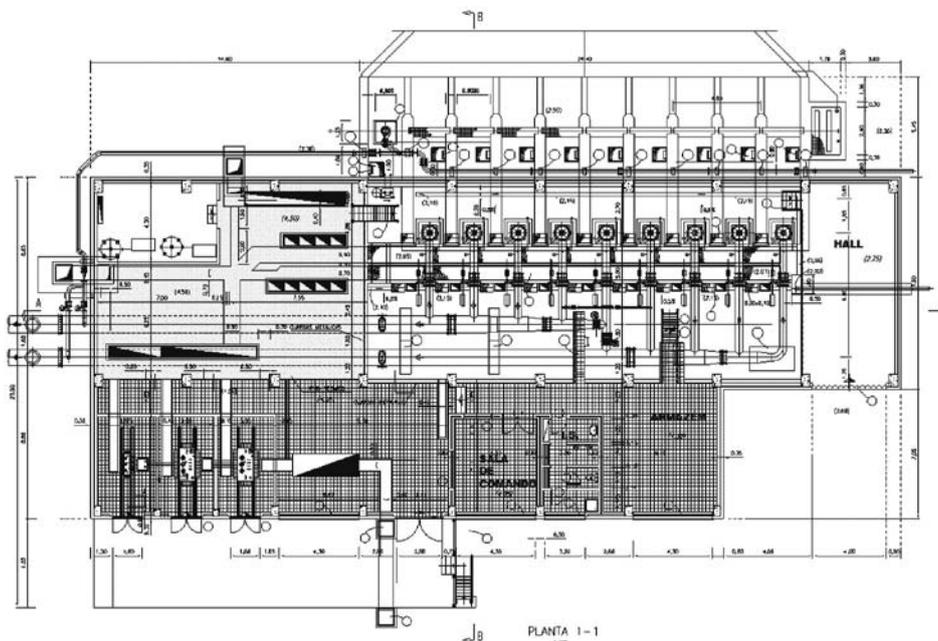


Fotografia 18 - Tamisador de Banda Contínua

Para assegurar a filtração da água a fornecer às redes de rega, existe um sistema de tamisação em superfície livre de limpeza automática, constituído por 2 tamisadores, de duplo fluxo, do tipo rotativo de banda contínua com malha quadrada com a dimensão máxima de 2 mm e caudal unitário de 5,4 m³/h.

Edifício da Estação Elevatória

O Edifício é constituído por uma nave principal, com um comprimento de 43,2 m e uma largura de 10,6 m, e por um corpo secundário adjacente, com 33,6 m de comprimento por 7,12 m de largura, sendo toda a estrutura em betão armado fundada em estacas.



Grupos Electrobombas Principais

A Estação Elevatória está equipada com 9 grupos electrobomba de eixo vertical, impulsor submerso e motor eléctrico de accionamento a seco, conversores de frequência para controle da velocidade/binário dos Grupos, sendo 4 Grupos para o Bloco III e 4 para o Bloco IV, funcionando o nono grupo como reserva dos restantes oito grupos.

Os Grupos do Bloco III, têm um caudal nominal de 0,388 m³/s e altura nominal de elevação de 74 m.c.a., e potência do motor 400kW. Os do Bloco IV, um caudal nominal de 0,375 m³/s e altura nominal de elevação de 84 m.c.a., e potência do motor 420kW.

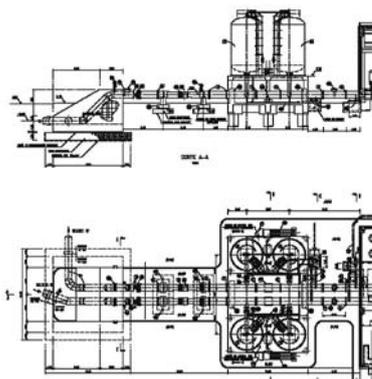
Para montagem, desmontagem e manutenção dos equipamentos instalados existe uma ponte rolante com uma capacidade de carga de 5 toneladas.



Fotografia 19 - Grupos Electrobomba Principais

Reservatórios Hidropneumáticos (RAC)

A protecção do sistema é garantida por 4 RAC, 2 para cada Bloco de Rega, com capacidade de 2x 70 m³ e 2x80 m³ respectivamente, com a dupla função de fornecer os pequenos caudais solicitados pela rede e de protecção contra os regimes transitórios.



Planta e Corte



Fotografia 20 - Plataformas dos RAC

Automação e Supervisão

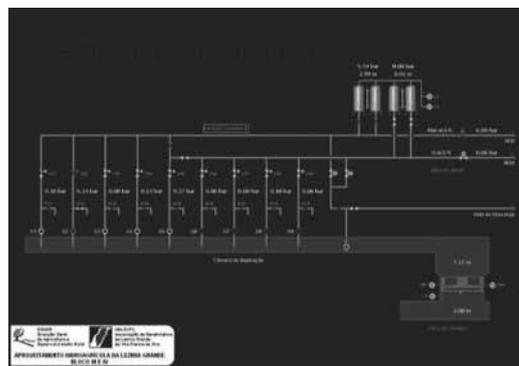
O sistema de Automação e Supervisão, constituído por autómato programável, posto de supervisão local e rede de comunicações com as unidades remotas, permite o funcionamento da Estação Elevatória em regime abandonado

Todas as informações sobre o funcionamento da Estação Elevatória são fornecidas em tempo real, permitindo a actuação sobre todos os equipamentos comandáveis.

Permite também o comando e visualização remota a partir da sede da Associação de Beneficiários.



Fotografia 21- Quadro de Comando



Fotografia 22 - Sinóptico Geral

5. OBRAS NECESSÁRIAS PARA CONCLUIR O AH

Conforme se pode inferir do que ficou descrito o Aproveitamento está equipado em cerca de 50% da área a regar, pelo que seria desejável equipar os restantes blocos, para as quais a DGADR possui projecto de execução:

Principais intervenções:

- Redes de rega drenagem e viária do Bloco IV;
- Redes de rega drenagem e viária do Bloco V;
- Redes de rega drenagem e viária do Bloco VI;
- Estação Elevatória das Galés.

OS PATROCIONADORES / EXPOSITORES



AQUALOGUS, ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA

APRESENTAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL

A AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda., é uma empresa de consultores **de engenharia** com larga experiência de estudos e projectos, com especial enfoque nos sectores agrícola, da energia, e do ambiente.

A AQUALOGUS está particularmente apta a desenvolver estudos e projectos de engenharia e ambiente, fiscalizar obras, gerir empreendimentos, efectuar monitorizações e prestar assistência técnica especializada nos sectores em que actua. A empresa tem uma presença internacional, com particular destaque no mercado africano.

A AQUALOGUS é uma organização que se tem destacado pela elevada qualidade dos serviços que presta e por um crescimento sustentado do seu negócio.

Para atingir os objectivos de qualidade e serviço a que se propõe, a AQUALOGUS procura identificar claramente as necessidades dos seus clientes em cada projecto e concentrar esforços para responder de forma eficaz. Neste processo associa-se a experiência e qualidade dos consultores aos modernos equipamentos computacionais e modelos de cálculo, assegurando-se que o trabalho é executado com Rigor, Engenho e Inovação.

Rigor por se acreditar que deve estar presente em tudo o que se faz. **Engenho** por ser indispensável na busca das melhores soluções. **Inovação** porque a excelência na actividade de consultoria assim o exige.

A AQUALOGUS está particularmente apta para prestar serviços de engenharia e ambiente nas seguintes áreas:

- Barragens
- Aproveitamentos hidroagrícolas
- Aproveitamentos hidroeléctricos
- Sistemas de abastecimento de água e de tratamento e drenagem de águas residuais
- Obras geotécnicas
- Planeamento e gestão de recursos hídricos
- Obras de drenagem e regularização fluvial
- Edificações e obras especiais

A actividade da AQUALOGUS baseia-se num conjunto de quadros técnicos que cobrem as disciplinas necessárias para a execução dos trabalhos que desenvolve, designadamente nas áreas de hidráulica, recursos hídricos, agronomia, geotecnia, geologia, estruturas, electrotecnicia e mecânica, bem como em todas as vertentes na área da avaliação e acompanhamento ambiental.

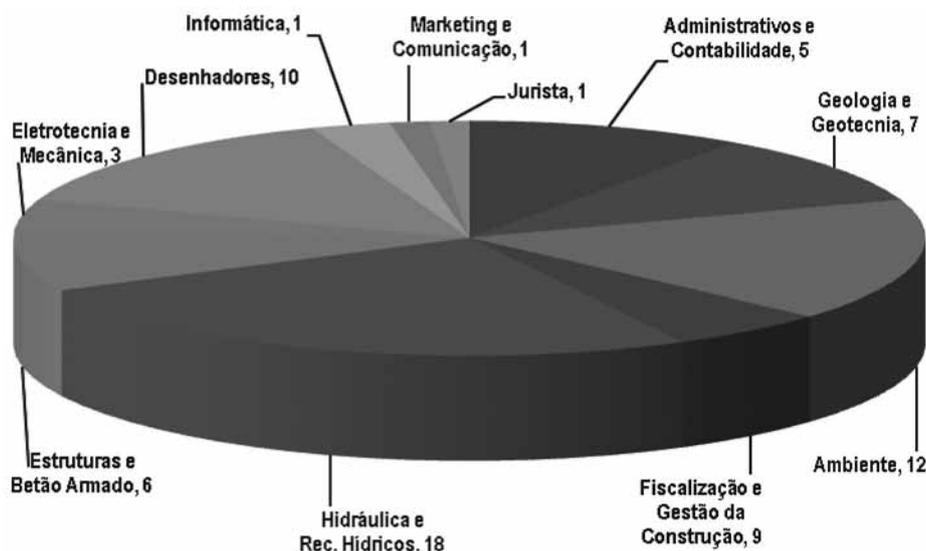
De realçar que a AQUALOGUS dispõe de um Sistema de Gestão Integrado de Qualidade, Ambiente e Segurança certificado segundo as normas NP 9001:2000 (Qualidade), NP 14001:2004 (Ambiente), OHSAS 18001:2007 e NP 4397:2008 (ambas para a componente Segurança), de apoio a toda a actividade da empresa.

A AQUALOGUS está igualmente qualificada como Gestor Geral da Qualidade de Empreendimentos da Construção, no âmbito da Marca de Qualidade LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), nas seguintes categorias:

- Edifícios e património construído
- Vias de comunicação, obras de urbanização e outras infra-estruturas
- Obras hidráulicas

RECURSOS HUMANOS E MEIOS TÉCNICOS

A AQUALOGUS conta com cerca de 75 colaboradores, 80% dos quais com formação superior. A sua distribuição pelas diversas disciplinas/áreas de actividade é a seguinte:



Com vista ao acompanhamento permanente da evolução do conhecimento técnico e científico, a AQUALOGUS privilegia os contactos frequentes com universidades, institutos ou empresas dedicadas à área de ensino e investigação científica e/ou laboratorial. Destacam-se, assim, o contacto permanente com técnicos, investigadores e docentes de entidades como o Instituto Superior Técnico (IST), a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), o Instituto Superior de Agronomia (ISA) ou o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

Embora a capacidade de resposta da AQUALOGUS se baseie, sobretudo, no seu potencial humano, a empresa inclui necessariamente o equipamento de cálculo científico e os meios técnicos indispensáveis à produção de desenhos e ao tratamento de texto e imagem, de produção de documentos e desenhos e de comunicação.

No que respeita a modelos computacionais de cálculo (software) a AQUALOGUS está especialmente equipada não só com modelos e programas comerciais nos domínios em que actua, mas tem vindo a desenvolver modelos próprios em áreas específicas, designadamente na áreas de hidráulica e qualidade da água, estruturas e geotecnia.

Destaca-se, ainda, o investimento que tem sido realizado no âmbito dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), dispondo designadamente do sistema ArcGIS, e em software de desenho técnico (AutoCAD, LandDesktop, CivilDesign, Civil3D). Assim, tem-se como objectivo principal a articulação e exploração integrada entre elementos produzidos nos sistemas SIG e CAD.

Referências

A AQUALOGUS tem prestado consultoria ou efectuado estudos e projectos para diversos clientes, distinguindo-se em Portugal as seguintes principais entidades: empresas do Grupo Águas de Portugal, EDP – Energias de Portugal, EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres, Iberdrola, INAG – Instituto da Água.

Nas páginas seguintes, apresentam-se fichas dos trabalhos mais representativos da AQUALOGUS nos sectores agrícola, da energia e do ambiente.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

PÓS AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Dono da Obra: EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva

Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais – Qualidade Química e Biológica – da Rede Primária do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva



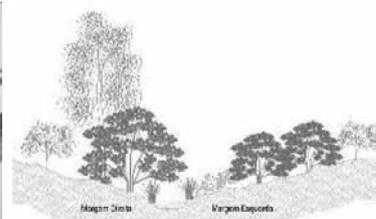
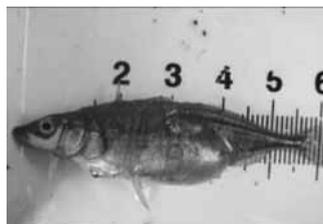
Localização: Distritos de Beja, Évora e Portalegre

Locais de amostragem: 10 albufeiras (correspondente a 20 estações de amostragem em albufeiras, 5 delas localizadas na albufeira de Alqueva) do EFMA e nas secções de jusante de 9 linhas de água das referidas albufeiras (correspondente a 11 estações de amostragem em linhas de água).

Descrição geral:

Monitorização física, química, microbiológica e ecológica (fitoplâncton) das albufeiras integradas na rede primária do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), que se encontram actualmente em fase de exploração. Monitorização das linhas de água a jusante dessas barragens, onde se inclui a caracterização físico-química, microbiológica e adequabilidade do regime de caudais de manutenção ecológica das albufeiras do EFMA. Os critérios de avaliação consideraram o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, a Classificação da qualidade da água para usos múltiplos (INAG) e as disposições da Directiva-Quadro da Água.

Programa de Medidas Compensatórias para a Ictiofauna Autóctone e Continental da Bacia Hidrográfica do Sado



Localização: Bacia Hidrográfica do Rio Sado

Descrição geral:

Elaboração de um programa de compensação dos impactos ambientais gerados pela transferência de água da bacia hidrográfica do Guadiana para a bacia hidrográfica do Sado, no âmbito

do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. O Programa pretende dar resposta a condicionantes inerentes ao projecto do transvase e a compromissos assumidos perante a Comunidade Europeia. Para tal realizaram-se as seguintes actividades:

- Realização de amostragens de campo em 26 locais da rede hidrográfica do rio Sado para caracterização da qualidade da água, das espécies piscícolas, da flora e vegetação e dos habitats ripícolas (RHS).
- Definição de três cenários alternativos quanto à probabilidade de contaminação da comunidade piscícola do Sado com peixes provenientes da bacia do Guadiana.
- Caracterização biofísica da área potencial de intervenção do PMC Sado.
- Avaliação do potencial estratégico da área de intervenção e uma pré-selecção da área a intervir.
- Realização do programa de implementação das medidas de compensação.

CAMPO D'ÁGUA – ENGENHARIA E GESTÃO, LDA

APRESENTAÇÃO

A **Campo d'Água**, Engenharia e Gestão, Lda., é uma empresa de consultoria de engenharia, fundada em 2005 por técnicos já com larga experiência na actividade de estudos, projectos, assistência técnica e fiscalizações no âmbito da Hidráulica e Recursos Hídricos.

Desde a sua fundação tem vindo a consolidar a sua posição no mercado nacional, sendo uma empresa de referência nalguns segmentos de mercado

A Campo d'Água conta, nos seus quadros, com um corpo técnico de excelência, permitindo a prestação de serviços em diversos domínios da Engenharia e Gestão.

É detentora de um Seguro de Riscos Profissional no valor de 1,5 milhões de euros.

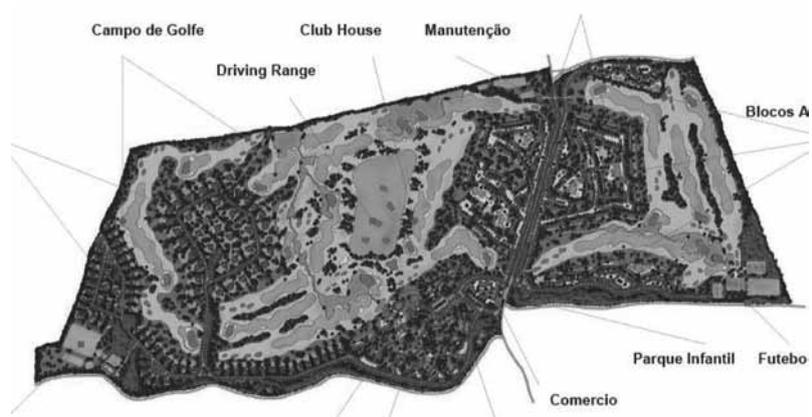
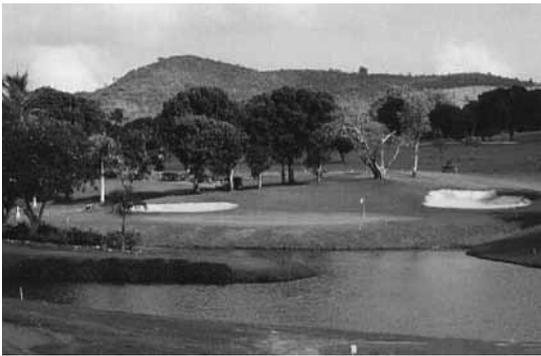


DOMÍNIO DE INTERVENÇÃO

De entre as diferentes áreas de intervenção existentes, a Campo d'Água está particularmente apta a intervir nos seguintes sectores:

- Planeamento
- Infra-estrutura hidráulicas
- Sistemas de abastecimento de água, águas residuais e pluviais
- Sistemas de adução em canal e conduta
- Estações elevatórias e mini-hídricas
- Automatização e Telegestão de sistemas de distribuição de água
- Barragens e Reservatórios
- Infra-estruturas viárias
- Drenagem superficial e sub-superficial
- Recursos hídricos

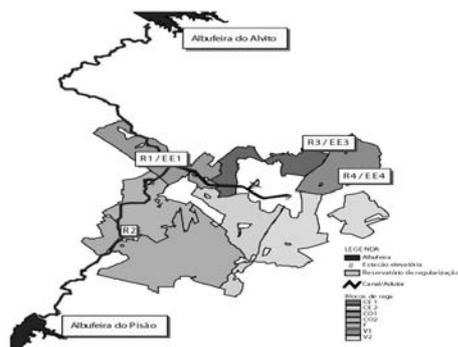
- Regularização fluvial e correção torrencial
- Infra-estruturas gerais de empreendimentos turísticos
- Instalações prediais
- Energia e ambiente
- Segurança e saúde



PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

TRABALHOS DE MAIOR RELEVÂNCIA NA ÁREA HIDROGRÁFICA

Aproveitamentos Hidroagrícolas



Projecto das infra-estruturas secundárias do Alvega Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Os blocos de rega do Alvega-Pisão, fazem parte do EFMA, localizando-se em redor da povoação de Cuba. A área beneficiada é de 10 053 ha sendo abastecida a partir do canal Alvega-Pisão e adutor Cuba-Vidigueira. Projecto da rede de condutas com cerca de 100 km (ϕ 1400-f90 mm). Projecto do sistema de automação e telegestão.

Infra-estruturas secundárias do bloco de Brinches Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva



O bloco de rega de Brinches tem cerca de 5300 ha e é abastecido a partir da barragem de Brinches. Foram projectadas as seguintes infra-estruturas:

- Rede de rega (93 km com ϕ 1400-f90 mm)
- Sistema de automação e telegestão
- Rede viária (37 km)
- Rede de drenagem (12 km)

Sistema de Abastecimento ao bloco de Orada-Amoreira

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

O bloco de rega da Orada-Amoreira com área de cerca de 2 655 ha, está incluído no sub-sistema de rega do Ardila. Projecto da estação elevatória ($Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 73 \text{ m.c.a.} + 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 73 \text{ m.c.a.}$), da estação de filtração ($Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s} + 2,8 \text{ m}^3/\text{s}$) da rede de condutas com cerca de 42 km com $\phi 1400\text{-}f90 \text{ mm}$; rede viária com 35 km; rede de drenagem com 7 km e sistema de telegestão.



Infra-estruturas Secundárias do bloco de Serpa

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Os blocos de rega de Serpa (sub-sistema do Ardila) com uma área de cerca de 4625 ha, faz parte do EFMA e localiza-se em redor da povoação de Serpa. Projecto da rede de condutas com 69 km com $\phi 1400\text{-}f90 \text{ mm}$ e sistema de automação e telegestão.



Blocos da Covilhã, Fundão, Fatela e Capinha

Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira

O Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira estende-se por cerca de 14.440 ha. As principais origens de água são as barragens do Sabugal e da Meimoa.

Os blocos da Covilhã, Fundão, Fatela e Capinha têm uma área total de 5683 ha, compreendendo as seguintes infra-estruturas:

- Reservatórios do Ferro e Fundão (semi-cavado, tela)
- Redes rega (100 km, $\phi 1200\text{-}f90$) e de drenagem (6 Km)



Bloco de Rega do Alfundão

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

O bloco de rega do Alfundão tem uma área beneficiada de cerca de 4 017 ha, fazendo parte do sistema do Alqueva. É abastecido a partir de um adutor com início na tomada de água da barragem do Pisão.

Foram projectadas as seguintes infra-estruturas:

- Reservatório (semi-escavado, com tela)
- Estação elevatória (0,74m³/s; altura de elevação-57 m.c.a.)
- Redes de rega (47 km, ϕ 1600 - ϕ 110)
- Sistema de automação e telegestão
- Rede viária (12 km)
- Rede de drenagem (2 km)



Infra-estruturas secundárias dos Blocos de Ferreira, Figueirinha e Valbom do Troço de Ligação Pisão-Roxo

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Com uma área beneficiada de 5 000 ha tem origem no reservatório de Ferreira, alimentado pelo canal Pisão-Roxo.

Foram, no âmbito deste projecto, projectadas as seguintes infra-estruturas:

- Redes de rega (86 km, ϕ 1800 - ϕ 90)
- Sistema de automação e telegestão
- Rede viária (36 km)



Infra-estruturas do bloco dos Caliços-Machados

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Com uma área beneficiada de 4 670 ha tem origem na barragem dos Caliços, do sub-sistema do Ardila.

Foram, no âmbito deste projecto, projectadas as seguintes infra-estruturas:

- Redes de rega (40 km, $\phi 1600$ - $\phi 110$)
- Sistema de automação e telegestão
- Rede viária (25 km) e de drenagem (15 km)



Infra-estruturas do bloco de S.Pedro-Baleizão

Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Com uma área beneficiada de 6 030 ha tem origem na barragem de S. Pedro, do sub-sistema do Pedrógão.

Foram, no âmbito deste projecto, projectadas as seguintes infra-estruturas:

- Estações de filtração ($Q=9$ m³/s e $Q=1,8$ m³/s)
- Redes de rega (64 km, $\phi 1800$ - $\phi 110$)
- Sistema de automação e telegestão
- Rede viária (17 km) e de drenagem (17 km)



TRABALHOS DE MAIOR RELEVÂNCIA NA ÁREA DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

Barragens

Barragem do Freixo

Évora Resort

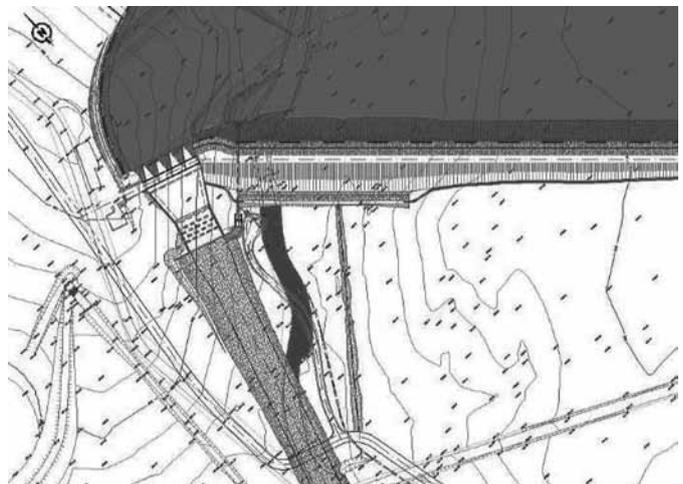
A barragem do Freixo localiza-se em Évora, tendo sido um projecto de execução, sistema de aviso e alerta, plano de emergência interno, sendo uma barragem de classe 1 de acordo com o RSB.

Capacidade: $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3$

Altura da barragem: 15 m

Comprimento do coroamento: 500 m

Capacidade do descarregador de cheias: $150 \text{ m}^3/\text{s}$



Barragem da Garcôa

Sociedade Agrícola da Fonte do Pinheiro

A barragem da Garcôa localiza-se em Elvas, tendo sido alvo de um estudo de classificação e de um projecto de remodelação, sendo uma barragem de classe 2 de acordo com o RSB.

Capacidade: $1,3 \times 10^6 \text{ m}^3$

Altura da barragem: 28 m

Comprimento do coroamento: 270 m

Capacidade do descarregador de cheias: $70 \text{ m}^3/\text{s}$



Barragem das Hortinhas

Sociedade Agrícola da Fonte do Pinheiro

A barragem das Hortinhas localiza-se em Elvas, tendo sido alvo de um estudo de classificação e de um projecto de remodelação, sendo uma barragem de classe 1, a mais exigentes em termos do RSB.

Capacidade: 250 x 103 m³

Altura da barragem: 14 m

Comprimento do coroamento: 140 m

Capacidade do descarregador de cheias: 90 m³/s



Barragem do Bloco 4 do Aproveitamento de Odivelas

ABORO

Esta barragem localiza-se em Ferreira do Alentejo. Trata-se de uma barragem em aterro com cerca de 10 metros de altura acima da fundação. Encontra-se construída, num investimento total de 700 mil euros.

Capacidade: 150 x 103 m³

Altura da barragem: 10 m

Comprimento do coroamento: 180 m

Capacidade do descarregador de cheias: 2.5 m³/s



Barragem Monte da Ribeira

CADE

Esta barragem localiza-se em Marmelar (Moura). Trata-se de uma barragem em aterro com cerca de 17 metros de altura acima da fundação. Encontra-se construída.

Capacidade: 200 x 103 m³

Altura da barragem: 17 m

Comprimento do coroamento: 80 m

Capacidade do descarregador de cheias: 89 m³/s



Barragem das Areias

Empreendimento Turístico do Parque Alqueva

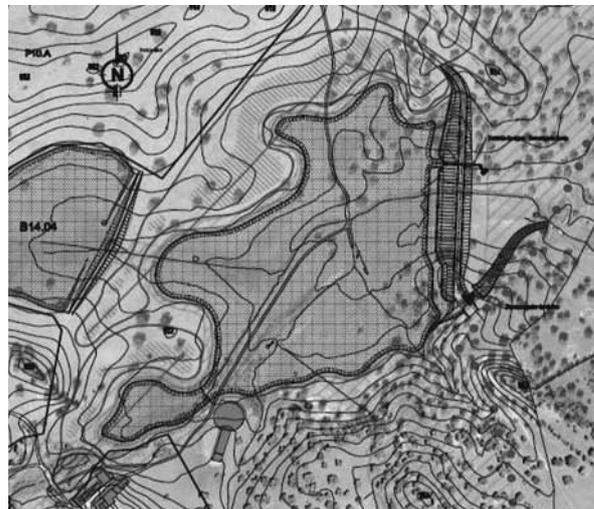
Barragem em aterro, localizada no Empreendimento Turístico do Parque Alqueva, Alentejo. As características particulares da barragem foram condicionadas por vários factores, designadamente, topográficos, geológicos, geotécnicos e localização dos campos de golf. Encontra-se em fase de construção, num investimento total de 1,4 milhões de euros.

Capacidade: 330 x 103 m³

Altura da barragem: 10 m

Comprimento do coroamento: 332 m

Capacidade do descarregador de cheias:
16 m³/s



Barragem da Sardinha

Empreendimento Turístico do Parque Alqueva

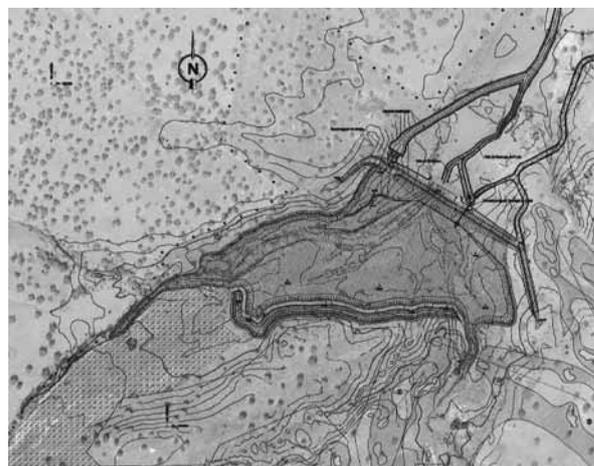
A Barragem da Sardinha situa-se a cerca de 4 km a Este de Reguengos de Monsaraz, no ribeiro da Sardinha.. Encontra-se em fase de construção, num investimento total de 2,2 milhões de euros.

Capacidade: 350 x 103 m³

Altura da barragem: 10 m

Comprimento do coroamento: 500 m

Capacidade do descarregador de cheias:
87 m³/s



Barragem de Falta Pouco

Empreendimento Turístico do Parque Alqueva

A Barragem de Falta Pouco, situa-se na Herdade das Areias, a cerca de 4 km a Este de Reguengos de Monsaraz, num dos afluentes da margem direita da ribeira da Sardinha. A barragem possui uma altura máxima acima da fundação igual a 7 m e uma albufeira com capacidade total igual a 47,5 dam³. Encontra-se em fase de construção, num investimento total de 355 mil euros.

Barragem da Fonte Boa

Royal Évora Luxury Resort

A Barragem da Fonte Boa, é uma barragem de alvenaria de pedra, situada na Herdade da Fonte Boa a cerca de 7 km a Nordeste de Évora. A barragem possui uma albufeira que ocupa 38 ha. Foram efectuados os estudos de classificação e o projecto de reabilitação da barragem. O projecto de execução encontra-se concluído, com um custo total de 1,2 milhões de euros.

Capacidade: 1 200 x 103 m³

Altura da barragem: 7 m

Comprimento do coroamento: 500 m

Capacidade do descarregador de cheias: 188 m³/s



Barragem do Rio Frio

Empreendimento Turístico da Herdade do Rio Frio

A Barragem do Rio Frio, situa-se na Herdade do Rio Frio, a cerca de 6 km a Nordeste da povoação do Rio Frio. A barragem terá uma altura máxima de 7,3 m acima da fundação e permitirá criar um reservatório com cerca de 98,7 dam³. O projecto de execução encontra-se concluído, num investimento total de 740 mil euros.

Barragem do Roncão

Empreendimento Turístico do Parque Alqueva

A Barragem do Roncão, situa-se na Herdade do Roncão, a cerca de 15 km a Sudeste de Reguengos de Monsaraz. A barragem possui uma altura máxima acima da fundação igual a 5 metros e uma albufeira com capacidade total igual a 53 dam³. Encontra-se em fase de construção, num investimento total de 340 mil euros.



Reservatórios

Reservatório do Ferro e do Fundão do Aproveitamento

Hidroagrícola da Cova da Beira

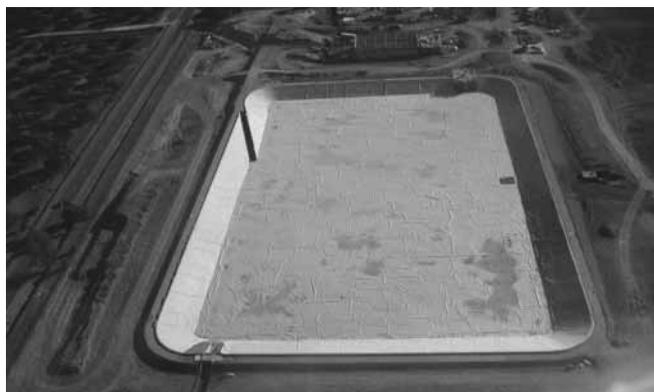
Dois reservatórios de regularização do tipo semi-escavado, com uma capacidade útil de 20 e 32 dam³, impermeabilizados com geomembrana em PEAD com 2 mm de espessura, respectivamente, alimentados pelo Canal Condutor Geral da Cova da Beira. Encontram-se construídos, num investimento total de 2,6 milhões de euros.



Reservatório da Baronía do bloco do Vale do Gaio

EDIA

Reservatório de regularização do tipo semi-escavado, impermeabilizado com tela em PEAD, com uma capacidade útil de 80 dam³, alimentado pelo Canal de Odivelas. Tem uma altura de aterro de 7 m e dimensões de 140 m x 164 m, no topo. O projecto de execução encontra-se concluído, com um custo total de 1,8 milhões de euros.



Reservatório do Alfundão

EDIA

Reservatório de regularização do tipo semi-escavado, impermeabilizado com tela em PEAD, com uma capacidade útil de 20 dam³, alimentado pelo Adutor do Alfundão. Tem uma altura de aterro de 7 m e dimensões de 130 m x 90 m, no topo. O projecto de execução encontra-se concluído, estando actualmente em construção com um custo total de 0,7 milhões de euros.



PRINCIPAIS CLIENTES

- ❖ SAIP – Sociedade Alentejana de Investimentos e Participações
- ❖ ROYAL LUXURY EVORA RESORT – Promoção e Desenvolvimento de Investimentos Imobiliários e Turísticos
- ❖ EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva
- ❖ DGADR – Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
- ❖ DRAPC – Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro
- ❖ ABORO – Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas
- ❖ ABROXO – Associação de Beneficiários do Roxo
- ❖ DOMURBANIS - Investimentos Imobiliários e Turísticos
- ❖ Câmara Municipal de Mértola
- ❖ Câmara Municipal de Mirandela
- ❖ ARBCAS – Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado
- ❖ Sociedade Agrícola Fonte do Pinheiro
- ❖ Companhia das Lezírias
- ❖ ARBI – Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova
- ❖ Sociedade Agrícola Fonte do Pinheiro
- ❖ Sociedade Agrícola de Alcamins
- ❖ Sociedade Agrícola dos Cordeiros

CENOR – CONSULTING ENGINEERS

APRESENTAÇÃO

O Grupo CENOR é liderado pela CENOR Consultores, SA fundada em 1980 e congrega, actualmente, cerca de 250 colaboradores.

As empresas do Grupo são especializadas em Consultoria de Engenharia no âmbito do projecto e da Fiscalização nos seguintes domínios: Energias Renováveis, Infra-estruturas, Hidráulica Agrícola e Urbana, Saneamento Ambiental, Parques e Unidades Industriais, Engenharia de Transportes, Estruturas e Fundações, Geotecnia e Obras de Arte.

Visite-nos em www.cenor.pt e conheça um Grupo sólido cada vez melhor preparado para responder a novos desafios.

Grupo CENOR:

CENOR, Consultores, SA

Lisboa, Portugal

CENORPLAN, Planeamento e Projectos, Lda

Lisboa, Portugal

CENOR, Projectos de Engenharia, Lda

Lisboa, Portugal

ECG, Engenharia, Coordenação e Gestão, Lda

Lisboa, Portugal

ECGPLAN, Engenharia, Gestão e Planeamento, Lda.

Madeira, Portugal

CENORGEO, Engenharia Geotécnica, Lda

Lisboa, Portugal

CENOR, Açores, Lda

Açores, Portugal

CENOR, Consultores Angola, Lda

Luanda, Angola

CENORVIA PROIECT SRL.

Bucareste, Roménia

CENOR Consulting Engineers



PORTUGAL, ANGOLA, ARGÉLIA, BRASIL, CABO VERDE, EMIRADOS ÁRABES UNIDOS, GUINÉ-BISSAU, MACAU, MALAWI, MOÇAMBIQUE, MARROCOS, REINO UNIDO, ROMÉNIA, TIMOR.

Certificações



PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

PROJECTOS DE OBRAS GEOTÉCNICAS

Designação:

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA

Cliente: DGADR – Ministério da Agricultura

Localização da Obra: Cova da Beira. Portugal

Serviços Prestados: Fiscalização e Coordenação de Segurança em Obra

Data do Início do Projecto: 1997

Data da Conclusão do Projecto: 2009

O Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira é constituído pelas seguintes obras:

- Barragem do Sabugal, a quarta maior barragem de aterro do país, com um volume de aterros de 2 000 000 m³;
- Circuito Hidráulico Sabugal – Meimosa, que incluiu a construção de um túnel com 4,1 km escavado com TBM Ø3,60 m e uma conduta forçada Ø 1400 a Ø 900 e com 650m de extensão;
- Canal Conductor Geral, de secção trapezoidal, com 10 m² e 46 km de comprimento;
- Barragem de terra zonada com altura máxima de 21 m, extensão de 286 m e um volume de aterro de 96 000 m³;
- Redes de rega gravíticas com 564 hidrantes, equipadas com sistema de automatização, que beneficiam uma área de 3180 ha, constituídas por 132 km de condutas com Ø < 1400.



Designação:

BARRAGEM DO CERRO DO LOBO. ALTEAMENTO PARA A COTA 255

Cliente: SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo

Localização da Obra: Castro Verde. Portugal

Serviços Prestados: Fiscalização e Coordenação da Execução da Obra

Data do Início do Projecto: 2003

Data da Conclusão do Projecto: 2005

Barragem em enrocamento, zonada, constituída por um corpo principal com cerca de 1 000m de comprimento e 40m de altura máxima e por três diques de portela com altura máxima inferior a 20m e comprimento total de 3 300m. O órgão de estanqueidade é constituído por uma geomembrana em PEAD.



No âmbito da ampliação foram aplicados cerca de 386 000 m³ de enrocamento, 22 000m² de geomembrana e 2 500m³ de betão.

Designação:

RESERVATÓRIO DO CERRO DA MINA

Cliente: SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo

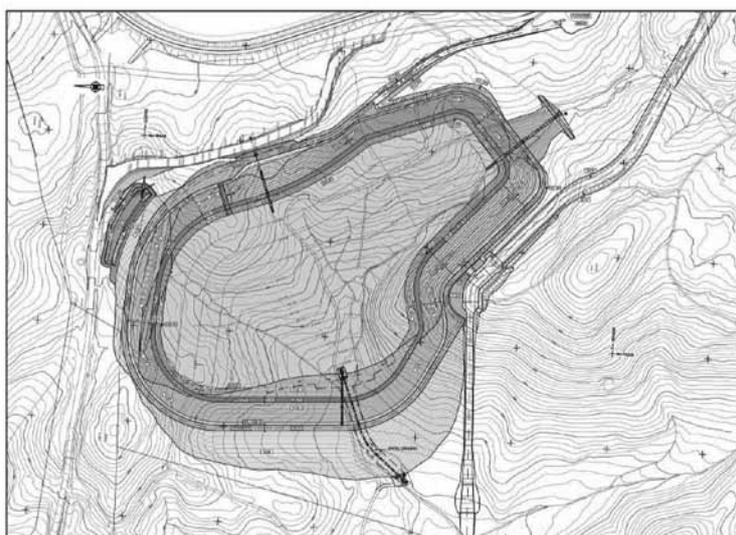
Localização da Obra: Castro Verde. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio. Estudo Geológico-Geotécnico.

Projecto de Execução

Data do Início do Projecto: 2006

Data da Conclusão do Projecto: 2010

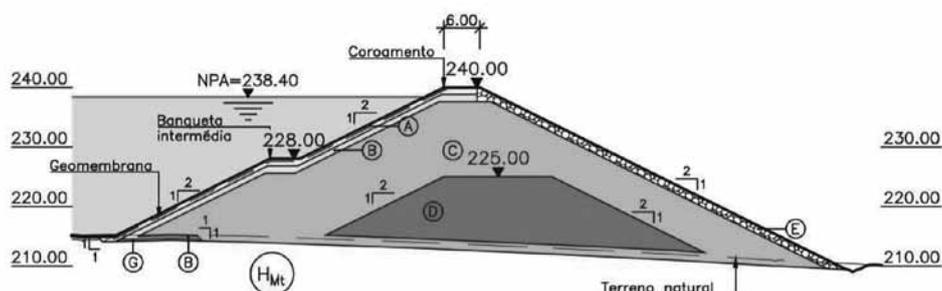


O reservatório tem como função o armazenamento de águas residuais resultantes do processo produtivo da mina.

O aterro em enrocamento que delimita o reservatório, com uma altura máxima acima da fundação de 28m, tem um desenvolvimento ao nível do coroamento de 629 m e um volume de 400 000m³.

O restante perímetro do reservatório é delimitado por taludes de escavação com 16 m de altura máxima. Todo o reservatório é impermeabilizado com recurso a uma geomembrana em PEAD.

O volume de armazenamento do reservatório é de 1 220 000m³. É dotado de uma descarga de fundo em PEAD Ø1000 e um descarregador de cheias com soleira do tipo Creager, com 5 m de largura útil.



Designação:

REFORÇO DE POTÊNCIA DA BARRAGEM DA BEMPOSTA

Cliente: Somague Engenharia (EDP – Electricidade de Portugal)

Localização da Obra: Bragança, Portugal

Serviços Prestados: Projecto de Execução Alternativo da Escavação da Nova

Tomada de Água. Assessoria Geotécnica à Obra.

Data do Início do Projecto: 2008

Data da Conclusão do Projecto: 2009

A Barragem de Bemposta faz parte do Aproveitamento Hidroeléctrico do Douro Internacional.

A nova central hidroeléctrica de Bemposta II exigiu um investimento total de 130 milhões de euros e aumentou em 80% a potência da central existente.

O projecto alternativo para a escavação da nova tomada de água compreendeu uma cortina de impermeabilização do maciço para materialização da ensecadeira, estruturas de suporte definitivas dos taludes laterais, com altura máxima de 25m constituídas por paredes em betão armado, com 0,50 m de espessura, pregadas ao longo de toda a altura e ancoradas na zona superior.



Designação:

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DOS SOCORRIDOS. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E TÚNEL DE RESTITUIÇÃO DOS SOCORRIDOS

Cliente: Empresa de Electricidade da Madeira

Localização da Obra: Ilha da Madeira. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Geológico-geotécnico. Projecto de Execução.

Assessoria Geotécnica à Obra.

Data do Início do Projecto: 2004

Data da Conclusão do Projecto: 2006

Estação elevatória em caverna inserida no maciço rochoso vulcânico, com 26,5 m de altura, 12,5 m de largura e 44 m de comprimento.

Reservatório-túnel com comprimento de cerca de 1 300 m e secção transversal com 7 m por 5 m para o armazenamento diário de 40 000 m³ de água turbinada pela central dos Socorridos.

Túnel auxiliar para acesso ao reservatório-túnel e à estação elevatória com desenvolvimento de 75 m e secção transversal com 5,5 m por 5,5 m.

O maciço rochoso é constituído na zona superior por depósitos de vertente e por formações aluvionares consolidadas com grandes blocos sobrejacentes e na zona inferior por formações basálticas e brechóides.



PROJECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS E ENERGIAS RENOVÁVEIS

Designação:

BARRAGEM E REDE DE REGA DE RIO SECO

Cliente: DRABI – Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior

Localização da Obra: Guarda, Beira Alta. Portugal

Serviços Prestados: Projecto Base, Estudo Prévio, Projecto de Execução e Assistência Técnica à Obra

Data do Início do Projecto: Abril 2006

Data da Conclusão do Projecto: Fevereiro 2009



Barragem de aterro zonado, com núcleo central impermeável, com cerca de 20 m de altura máxima acima da fundação, 750 m de desenvolvimento do coroamento e 350 000m³ de volume de aterro.

Descarregador de cheias dimensionado para um caudal máximo de 39 m³/s.

Torre de tomada de água na albufeira, com captações localizadas a 3 níveis.

Perímetro de rega com 380 ha / consumo médio anual de 6 250m³/ha.

Designação:

BARRAGEM DE SERRINHA E REDE DE REGA DE NAVALHO

Cliente: Município de Mirandela / Escom

Localização da Obra: Mirandela, Trás-os-Montes. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio

Data do Início do Projecto: 2007

Data da Conclusão do Projecto: 2010



Barragem para rega. Barragem de aterro com núcleo argiloso com cerca de 30 m de altura máxima acima da fundação. O escoamento médio anual afluyente à secção da barragem, que domina uma bacia hidrográfica com 7 km², é de 1,4Mm³. A albufeira criada pela barragem de Serrinha inundará uma área com 20 ha e terá uma capacidade de armazenamento de 2Mm³.

A área a regar com a água captada na albufeira da barragem de Serrinha é próxima de 300 ha, sendo o correspondente consumo da ordem de 900 000m³/ano.

Designação:

APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS DE GOUVÃES, DE PADROSELOS, DE ALTO TÂMEGA E DE DAIVÕES

Cliente: Iberdrola

Localização da Obra: Rios Tâmega, Torno e Beça. Trás-os-Montes, Portugal

Serviços Prestados: Anteprojecto, Projecto para Concurso

Data do Início do Projecto: Novembro 2008

Data da Conclusão do Projecto: Março 2011

A CENOR elaborou, em associação com a Aqualogus, o Anteprojecto do complexo constituído pelos Aproveitamentos Hidroeléctricos de Gouvães, de Padroselos, de Alto Tâmega e de Daviões, e o Projecto para Concurso dos dois últimos, cujas características são as seguintes:

Aproveitamento Hidroeléctrico de Alto Tâmega:

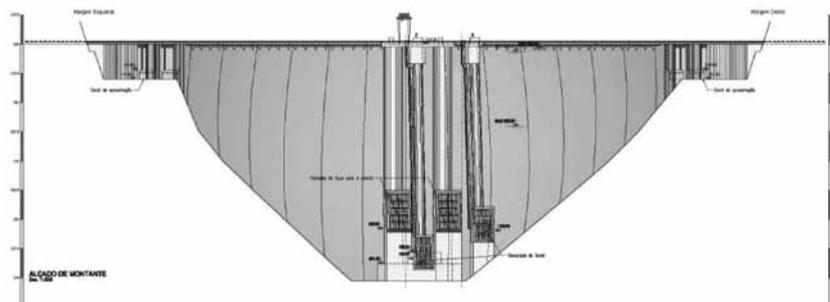
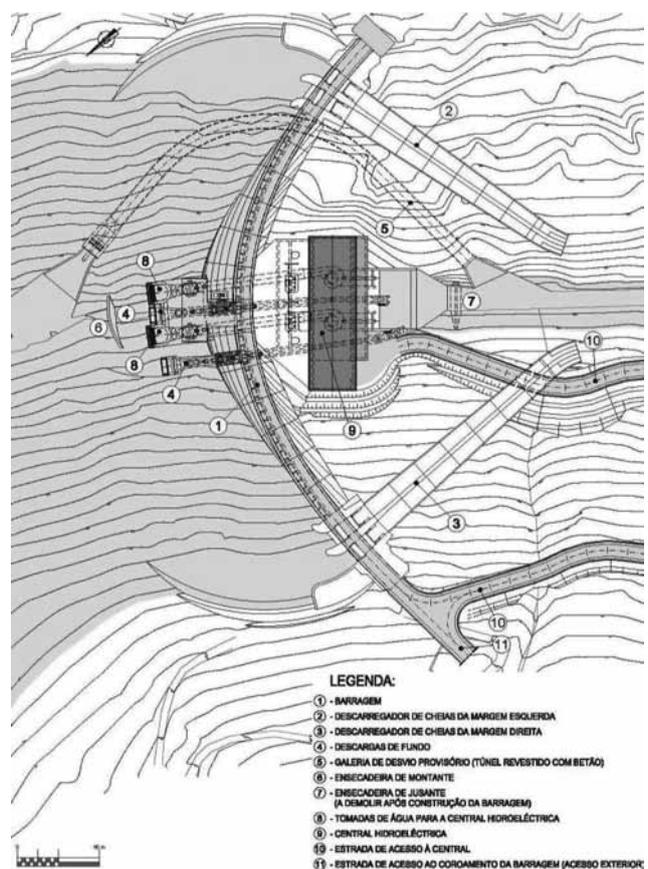
Barragem no rio Tâmega, em abóbada de dupla curvatura, com 106,50 m de altura máxima acima da fundação e com 334 m de desenvolvimento total do coroamento.

Central hidroeléctrica de pé-de-barragem, com 2 grupos, equipada para o caudal máximo de 200 m³/s e para a potência máxima 160 MW

Aproveitamento Hidroeléctrico de Daviões:

Barragem no rio Tâmega, em arco-gravidade, com 77,50 m de altura máxima acima da fundação e com 265 m de desenvolvimento total do coroamento.

Central hidroeléctrica semi-enterrada, na margem direita, com 2 grupos, equipada para o caudal máximo de 220 m³/s e para a potência máxima 118 MW.



Designação:

APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DE KAYELEKERA

Cliente: Mota-Engil / Escom

Localização da Obra: Rio Norte Rukuru. Karonga, Malawi

Serviços Prestados: Estudo Prévio

Data do Início do Projecto: Março 2009

Data da Conclusão do Projecto: Junho 2009



Barragem de betão gravidade com 35 m de altura.

Tomada de água na albufeira criada pela barragem.

Túnel sub-horizontal com 3,00 m de diâmetro útil e 1500 m de extensão.

Chaminé de equilíbrio com 12,0 m de diâmetro e 29 m de altura.

Conduto de aço soldado com 2,2 m de diâmetro e 50 m de extensão.

Central equipada com duas turbinas Francis, com as seguintes características:

- Caudal máximo: $2 \times 9 = 18 \text{ m}^3/\text{s}$
- Queda nominal: 73 m
- Potência: $2 \times 5,6 = 11,2 \text{ Mw}$

Designação:

BARRAGEM DE PRETAROUCA

Cliente: ATMAD - Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, S.A.

Localização da Obra: Lamego, Trás-os-Montes. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio; Projecto de Execução; Assistência Técnica à Obra

Data do Início do Projecto: 2003

Data da Conclusão do Projecto: 2006



Barragem para abastecimento urbano, de betão gravidade clássico, com 28,5 m de altura máxima acima da fundação, 305 m de desenvolvimento do coroamento e 37 000m³ de volume de betão.

Descarregador de Cheias dimensionado para um caudal máximo de 194 m³/s, constituído por soleira descarregadora livre (tipo Creager), por canal de descarga em degraus, sobre o paramento de jusante da barragem, e por bacia de dissipação de energia do tipo III do USBR.

Descarga de fundo (Ø1300mm) inserida no corpo da barragem e dimensionada para um caudal máximo de 8,80 m³/s.

Três tomadas de água para abastecimento (Ø800mm) sobre o paramento de montante da barragem.

Designação:

BARRAGEM DAS OLGAS

Cliente: ATMAD - Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, S.A.

Localização da Obra: Torre de Moncorvo, Trás-os-Montes. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio; Projecto de Execução; Assistência Técnica à Obra

Data do Início do Projecto: 2004

Data da Conclusão do Projecto: 2006



Barragem para abastecimento urbano, de betão gravidade clássica, com 34,5 m de altura máxima acima da fundação, 123 m de desenvolvimento do coroamento e 30300m³ de volume de betão.

Descarregador de Cheias dimensionado para um caudal máximo de 196 m³/s, constituído por soleira descarregadora livre (tipo Creager), canal de descarga em degraus sobre o paramento de jusante da barragem e bacia de dissipação de energia do tipo III do USBR.

Descarga de fundo (ϕ 800mm) inserida no corpo da barragem e dimensionada para um caudal máximo de 2,43 m³/s.

Torre de tomada de água na albufeira, com estação de bombagem no seu interior e com 3 orifícios (ϕ 300mm) para captação de água a diferentes níveis.

Designação:

CAPTAÇÃO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE SÃO JORGE

Cliente: ÁGUAS DO MINHO E LIMA, SA

Localização da Obra: Arcos de Valdevez, Minho. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio; Projecto de Execução; Assistência Técnica

Data do Início do Projecto: 2005

Data da Conclusão do Projecto: 2006



Captação de Água na Albufeira de Touvedo: Estação elevatória com aproximadamente 2MW de potência, instalada e equipada com 4 grupos submersíveis, dimensionados, cada um deles, para um caudal de 250 l/s e uma altura de elevação de 175 m.

Transporte: conduta elevatória (DN 700 de FFD), com 1100 m de extensão, que liga à ETA de S. Jorge.

Reservatório de água tratada com duas células e 15000 m³ de capacidade, situado imediatamente a jusante da ETA.

Designação:

INFRAESTRUTURAS EM “BAIXA” DE ADUÇÃO E RESERVA DOS SUBSISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE VILAR, LUMIARES E BALSEMÃO

Cliente: ATMAD - Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, S.A.

Localização da Obra: Armamar, Lamego, Moimenta da Beira, Resende, Sernancelhe, Tabuaço, Tarouca. Portugal

Serviços Prestados: Estudo Prévio; Projecto de Execução; Assistência Técnica

Data do Início do Projecto: 2008

Data da Conclusão do Projecto: 2011



A CENOR elaborou, em associação com a Sisáqua, o Projecto de Execução de Infra-Estruturas em “Baixa” de Adução e Reserva dos Subsistemas de Abastecimento de Água de Balsemão, Lumières e Vilar, cujas intervenções resultaram:

Subsistema de Balsemão

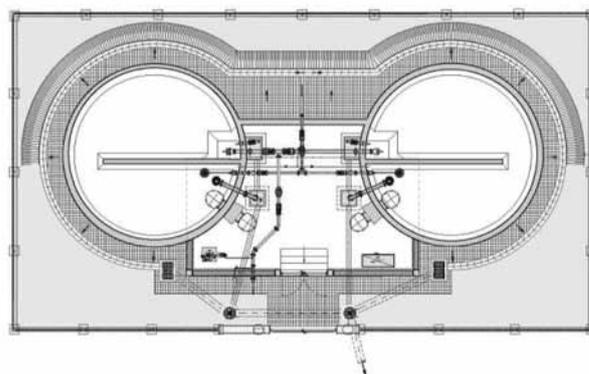
- 60km de condutas, de diâmetro 90mm a 125mm;
- 45 Reservatórios, com capacidades entre 100m³ e 800m³;
- 7 Estações elevatórias.

Subsistema de Lumières

- 20km de condutas, de diâmetro 90 a 125mm;
- 25 Reservatórios, com capacidades entre 100m³ e 500m³;
- 1 Estação elevatória.

Subsistema de Vilar

- 126km de condutas, de diâmetro 90 a 125mm;
- 9 Reservatórios, com capacidades entre 100m³ e 800m³;
- 5 Estações elevatórias.





COBA – CONSULTORES DE ENGENHARIA E AMBIENTE

APRESENTAÇÃO

A COBA NA ÁREA DA AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL

Com 50 anos de actividade, a COBA é uma das maiores empresas portuguesas de consultores de engenharia e ambiente, especializada no estudo e projecto, assistência técnica e supervisão de grandes aproveitamentos hidráulicos, nomeadamente barragens e estruturas de captação e de adução, transporte e distribuição de água potável e de água para irrigação, na inventariação e planeamento de recursos hídricos, nas redes de rega e de drenagem, no desenvolvimento rural, no planeamento urbano e regional, no tratamento de água potável e de águas residuais, nas infra-estruturas de transporte, nos estudos de impacte ambiental e na cartografia e cadastro.

A COBA é, desde a sua origem, uma empresa internacional, tendo reforçado a sua internacionalização ao longo de meio século, o que lhe permite ter uma ampla experiência em países tão diversos, como: Portugal, Bulgária, Espanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Macedónia, Turquia; Angola, Argélia, Cabo Verde, Ghana, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Marrocos, Moçambique, Namíbia, República do Congo, Senegal, Suazilândia, Tunísia; Argentina, Brasil, Costa Rica, Equador, República Dominicana, Venezuela e Haiti e ainda nos Emiratos Árabes Unidos, Iraque, Jordânia e Omã.

A expansão da COBA ao longo dos anos foi acompanhada da participação no capital de algumas empresas nacionais e estrangeiras, sendo hoje a empresa líder do GRUPO COBA, independente e privado, contando com cerca de 400 colaboradores permanentes e um volume de negócios superior a 30 milhões de Euros.

A COBA tem forte tradição na actividade agrícola ligada ao regadio desde a sua fundação, prestando consultoria de engenharia rural que se traduz numa vasta experiência no domínio dos estudos e projectos de desenvolvimento agrícola adquirida com a realização de dezenas de trabalhos desta natureza em vários países e regiões do globo, com particular incidência nos aproveitamentos hidroagrícolas, com características e em condições muito diversas.

Para além da sua intensa actividade em Portugal, onde vem participando, desde o início da década de setenta, nos grandes projectos de regadio nacionais, como os integrados no Aproveitamento de Fins Múltiplos do Alqueva, os Aproveitamentos Hidroagrícolas da Cova da Beira, de Macedo de Cavaleiros, do Marvão, o Aproveitamento Hidráulico do Odelouca-Funcho, a sua experiência estendeu-se, desde o início, a países estrangeiros, dos quais se destaca o Brasil, com os Aproveitamentos dos Rios da Contas, Moxotó e Brumado, a Angola com o Projecto de Rega por

Aspersão, Projecto de Drenagem e Projecto do Dique de Defesa contra Cheias da Cunga-Quiria, a Moçambique com os Aproveitamentos Hidroagrícolas de Massingir-Chinhangane e de Chibotane-Machaul-Mandingane, a Marrocos com Aproveitamento Hidroagrícola do Gharb e, nos últimos anos, também à Argélia.

Face a um volume sempre crescente da carteira de serviços nesta área, as equipas técnicas do sector agronómico têm vindo sistematicamente a aumentar em número e em especialização, tendo um grande número dos técnicos seniores feito a sua carreira nos quadros da COBA, onde ainda permanecem. Este facto, aliado a um esforço de renovação contínua, leva à admissão regular de jovens técnicos superiores da especialidade, o que permite que se considere haver já uma “escola” na empresa, capaz de criar as melhores condições para continuar a prestar serviços com o nível de qualidade a que desde sempre habituámos os nossos clientes.

Paralelamente, mercê da sua integração numa firma de consultores de engenharia, todos os técnicos envolvidos em estudos desta natureza usufruem da colaboração permanente de grande número de especialistas, nomeadamente em hidráulica e recursos hídricos, engenharia ambiental, geologia, geotecnia, electromecânica, estruturas, barragens e vias de comunicação, o que confere à sua acção uma eficácia de realce em todos os estudos de carácter interdisciplinar.

Em resultado do alargamento das suas actividades e da vasta experiência adquirida, a COBA está presentemente habilitada a actuar em vários domínios, com capacidade para a realização de estudos de inventariação e aproveitamento de recursos hídricos, pedológicos, agro-pecuários e florestais, planeamento regional, planeamento e desenvolvimento da produção agrícola, apoio aos produtores, projectos de obras hidráulicas, reabilitação e modernização de infra-estruturas, cartografia temática, sistemas de informação geográfica.

Nas páginas seguintes, apresentam-se fichas de alguns dos projectos importantes desenvolvidos pela empresa.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ADUTOR BRINCHES – ENXOÉ E RESPECTIVO BLOCO DE REGA

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA

Projecto de Execução: 2005 / 2007

Assistência Técnica: 2008 / 2011

Em Consórcio liderado pela COBA

O aproveitamento hidroagrícola associado ao adutor Brinches-Enxoé, com uma área total de 5.009 ha, está integrado no Subsistema do Ardila do Empreendimento de Fins Múltiplo de Alqueva e localiza-se no concelho de Serpa. É composto por:

A) Infra-estruturas primárias:

- **Sistema Elevatório de Brinches**, dimensionado para 9,1 m³/s e altura manométrica de 68,5 m; estação elevatória equipada com 6 grupos electrobomba de eixo vertical com capacidades unitárias de 1,52 m³/s.
- **Reservatório de Brinches Sul**, com um volume útil de regularização de 289.004 m³.
- **Reservatório dos Montinhos**, com um volume útil de regularização de 129.807 m³.
- **Circuito hidráulico gravítico** constituído por uma rede ramificada de condutas de alimentação do reservatório dos Montinhos e das albufeiras de Serpa, da Laje e do Enxoé, com cerca de 18,1 km de desenvolvimento, diâmetros compreendidos entre 1000 e 2150 mm e caudais máximos de dimensionamento entre 0,15 m³/s e 6,5 m³/s. As condutas são constituídas por tubagens de betão pré-esforçado com alma de aço e de ferro fundido dúctil.



- **Barragem da Laje**, de terra com perfil tipo zonado, com uma altura máxima de 24,0 m e com um desenvolvimento do coroamento de cerca de 475 m e que efectua a regularização da água para uma área total de 3.754 ha.
- **Central hidroeléctrica de Serpa**, aproveitará uma queda bruta de cerca de 63 m para produção de energia eléctrica, equipada com um grupo turbina-alternador e um grupo electrobomba. A turbina é do tipo Francis, dupla, de eixo horizontal, dimensionada para $Q_n=2,50 \text{ m}^3/\text{s}$ e a potência nominal do grupo é de 1500 kW. Esta infra-estrutura é reversível e possui um grupo electrobomba de eixo horizontal ($Q=1,52 \text{ m}^3/\text{s}$ e $H_t=67,5 \text{ m}$).

B) Blocos de rega e infra-estruturas secundárias:

- **Bloco de Serpa-Pias 1**, beneficia em baixa pressão uma área total de 1.255 ha, e **Blocos de Rega Serpa Pias 2 e 3** beneficiados em alta pressão pela Estação Elevatória da Laje e que possuem uma área total de 2.393 ha e 1.361 ha, respectivamente. As redes de distribuição são constituídas por tubagens de ferro fundido dúctil (FFd), com diâmetros compreendidos entre 600 e 1200 mm e de PEAD com diâmetros entre 110 e 500 mm.

C) Infra-estruturas complementares:

- Rede viária com cerca de 27 km;
- Redes de drenagem e enxugo com cerca de 16 km

D) Sistema de Telegestão, Sistema de Informação Geográfica, Projecto de Expropriações e Indemnizações.



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E CIRCUITO HIDRÁULICO DE PEDRÓGÃO

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA

Projecto de Execução: 2005 / 2007

Assistência Técnica: 2011 / ...

Em Consórcio liderado pela COBA

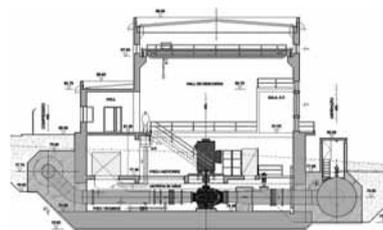
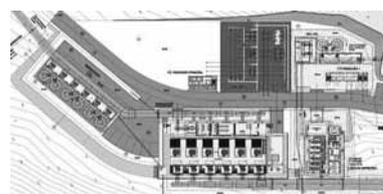
O Circuito Hidráulico de Pedrógão e respectivos blocos de rega localizam-se no distrito de Beja, concelhos de Beja e Vidigueira e beneficia uma área de cerca de **5.083 ha**.

O projecto da estação elevatória e circuito hidráulico de Pedrógão compreende as seguintes infra-estruturas:

A) Infra-estruturas primárias de rega:

- **Estação elevatória principal de Pedrógão** - com origem na barragem de Pedrógão ($Q=12,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=81 \text{ m}$), tem 6 grupos electrobomba de velocidade fixa ($Q=2,083 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).

- **Conduta elevatória** – em tubagem de betão pré-esforçado com alma de aço, com diâmetro 2500 mm, extensão de 2,8 km, e dimensionada para $Q=12,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Liga a EE principal de Pedrógão e o reservatório de Pedrógão.
- **Reservatório de Pedrógão** – construído por modelação do terreno, terá uma Capacidade útil = 133.000 m³.
- **Rede primária de adução** – possui um desenvolvimento total de 27,8 km (1,8 km em canal trapezoidal e 26 km em condutas enterradas – DN 2500 mm a 355 mm). O eixo principal (L=8,5 km) liga o reservatório de Pedrógão e a barragem de S. Pedro.
- **Barragem de S. Pedro** – em aterro zonado (h=24 m, L=733 m, Capacidade útil = 10.165 dam³), com descarregador de superfície em labirinto ($Q=54,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).
- **Barragem de Selmes** – pequena barragem de aterro (h=10 m, L=114 m, $V_u=35.000 \text{ m}^3$).
- B) Infra-estruturas secundárias de rega:
 - **Estação elevatória de Pedrógão 1** – $Q=0,64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=113 \text{ m}$, para beneficiar o bloco de Pedrógão 1 (588 ha).
 - **Estação elevatória de Pedrógão 3** – $Q=1,65 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=70 \text{ m}$, para beneficiar o bloco de Pedrógão 3 (1.425 ha).
 - **Estação elevatória de Selmes** – Patamar 1 beneficia o bloco de Selmes 2 ($Q=0,52 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=70 \text{ m}$), e Patamar 2, beneficia o bloco de Selmes 5 ($Q=1,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=90 \text{ m}$).
 - **Redes secundárias de rega** – beneficiam uma área total de 5.083 ha, divididos pelos blocos de Pedrógão (1 a 3), Selmes (1 a 5) e S. Pedro N. O desenvolvimento total das redes de rega é de 44,4 km com condutas enterradas de diâmetros entre DN125 e DN1200 mm (243 bocas de rega).



B) Infra-estruturas complementares:

- **Rede viária** – cerca de 13,4 km de caminhos a reabilitar.
- **Rede de drenagem** – limpeza selectiva/conservação de 4 linhas de água, com uma extensão total de 4,3 km.
- **Sistema de monitorização, automatização e telegestão** – sistemas separados (primário e secundário), com o centro de despacho do sistema primário na EE principal.



C) Sistema de Informação Geográfica e Projecto de Expropriações e Indemnizações.

CIRCUITO HIDRÁULICO DE SÃO MATIAS

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva

Estudos Prévio, Projecto de Execução: 2006 / 2010

Em Consórcio liderado pela COBA

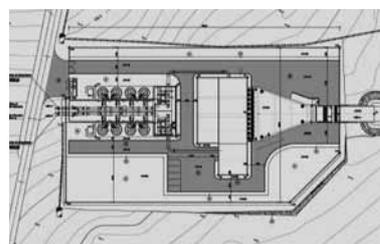
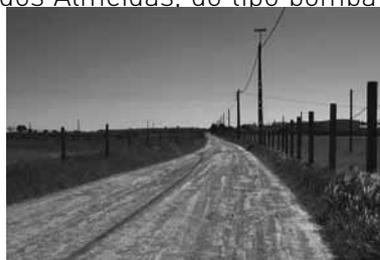
O Circuito Hidráulico de São Matias e as respectivas infra-estruturas primárias e secundárias de água está integrado no subsistema de Pedrógão, localiza-se nos concelhos de Beja e Vidigueira e que beneficia uma área de cerca de **5.863 ha**. O circuito é constituído por:

A) Infra-estruturas primárias:

- **Sistema adutor elevatório de São Matias**, com origem na barragem de São Pedro, é constituído pela conduta elevatória (4,5 m³ s⁻¹) que alimenta o reservatório da Cegonha, e pela estação elevatória equipada com 6 grupos electrobomba em paralelo de eixo horizontal e do tipo voluta bipartida ($Q_{uni} = 0,75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; Ht = 65 m).
- **Reservatório da Cegonha** (70.000 m³), com funções de regulação e regularização e beneficia directamente o Bloco 1
- **Sistema adutor gravítico**, circuito linear com 6,4 km de tubagens de betão pré-esforçado com alma de aço (DN 1400 a 1800 mm; Q=3,08 m³ s⁻¹), liga o reservatório da Cegonha e a barragem dos Almeidas, e que no percurso alimenta o Bloco 2 em baixa pressão.
- **Barragem dos Almeidas**, situada no troço terminal do sistema adutor gravítico (Vt=538.000 m³, Vu=503.900 m³, $A_{albuf.} = 27 \text{ ha}$). O corpo da barragem, em aterro zonado, tem altura máxima de 8,4 m, e o coroamento possui largura de 6 m e comprimento de 474 m. O reservatório possui igualmente três portelas com comprimento total de 520 m.

B) Infra-estruturas secundárias:

- **Estação elevatória dos Almeidas**, localizada junto à albufeira dos Almeidas, do tipo bomba-gem directa para a rede de rega, com grupos de velocidade variável, com regulação mano-debitimétrica, com 2 patamares de elevação dimensionados para Q=1,312 m³ s⁻¹ e Q=1,470 m³ s⁻¹, com Ht=47,9m e Ht=84,3 m. Beneficia os Blocos 3 e 4.
- **Estações de filtração** localizadas no início das redes de distribuição dos Blocos 1 e 2 e equipadas com dois filtros de baixa pressão (Bloco 1 – DN 1200 para caudal unitário 1,690 m³/s; e Bloco 2 – DN 1000 para caudal unitário 1,140 m³/s).
- **Redes secundárias de rega** com 59,4 km de condutas de aço, betão, FFd e PEAD (DN 140 a DN 1200 mm). As redes beneficiam uma área total de 5.863 ha: dois blocos em



baixa pressão (B 1 - 2.163 ha e B 2 - 1.492 ha) e dois em média e alta pressão (B 3 - 1.104 ha e B 4 - 1.104 ha).

C) Infra-estruturas complementares:

- **Rede de drenagem**, 26,3 km de intervenções biofísicas e paisagísticas e de 9,2 km de intervenções de reperfilamento.
- **Rede viária**, reabilitação/construção de 2 caminhos (4 km).

D) Sistema de Telegestão

E) SIG e Projecto de Expropriações e Indemnizações

BLOCOS DE REGA DE ERVIDEL

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA

Projecto de Execução e Estudo de Impacte Ambiental: 2008 / 2010

Assistência Técnica: 2011 / ...

Em Consórcio

A Obra dos blocos de rega de Ervidel localiza-se no distrito de Beja, concelhos de Aljustrel, Beja e Ferreira do Alentejo beneficia uma área total de **8.063 ha**, e compreende as seguintes infra-estruturas:

A) Infra-estruturas secundárias de rega:

- **Reservatório R1** - construído por modelação do terreno, terá uma capacidade útil de armazenamento de cerca de 84.000 m³. A sua área de implantação é de aproximadamente 2,2 ha. A partir deste reservatório será feita a adução em baixa pressão ao Bloco 1.
- **Estação elevatória do Penedrão** – localizada na margem esquerda da albufeira do Penedrão é constituída por dois patamares de elevação. O patamar 1 beneficia o Bloco 2, (Q=2,6 m³ s⁻¹ e Ht=33,5 m) e eleva a água para um reservatório circular em betão. O segundo patamar beneficia directamente o Bloco 3 (Q=3,1 m³ s⁻¹ e Ht=77 m).
- **Conduta elevatória** – Conduta com um desenvolvimento de cerca de 230 m, com um diâmetro de 1,3 m e dimensionada para um caudal máximo de 2,6 m³/s. Esta conduta efectua a ligação entre o 1.º patamar da estação elevatória e o reservatório R2.
- **Reservatório R2** – localizado no final do 1.º patamar do sistema elevatório secundário do Penedrão, será construído



em betão, de forma circular (D=22 m, Hu=5,3 m, V=1.730 m³). A partir deste reservatório desenvolve-se a rede secundária de rega do Bloco 2.

- **Redes secundárias de rega** – beneficiam uma área total de 8.063 ha, divididos pelos Blocos 1, 2 e 3. O desenvolvimento total das redes de rega é de cerca de 86,3 km com condutas enterradas de diâmetros a variar entre DN110 e DN1600 mm e que servem 466 bocas de rega. No Bloco 1, fazem ainda parte 2 estações de filtração.

B) Infra-estruturas complementares:

- **Rede viária** – O desenvolvimento total da rede de caminhos a reabilitar é de cerca de 17,6 km (5 caminhos).
- **Rede de drenagem** – intervenção em 13 linhas de água, com reperfilamento e recuperação biofísica e paisagística de 11,3 km de extensão, e a limpeza de 19,7 km de valas. Aplicação de medidas compensatórias em 2 km de valas.
- **Sistema de telegestão** – definição de todos os autómatos que existirão nas infra-estruturas e procederão à aquisição dos dados da instalação e assegurarão os automatismos locais necessários dos equipamentos que deles dependem. Instalação de um centro de despacho/ comando na estação elevatória do Penedrão. Na rede de rega foi seleccionado um sistema de transmissão via rádio.



C) Sistema de Informação Geográfica

ADUTOR CALIÇOS-MOURA E RESPECTIVOS BLOCOS DE REGA – BLOCO DE REGA MOURA GRAVÍTICO

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva

Estudo Prévio, Projecto de Execução e Estudo de Impacte Ambiental: 2008 / 2011

Em Consórcio liderado pela COBA

O Adutor Caliços-Moura e Respectivos Blocos de Rega – Bloco de Rega Moura Gravítico localizam-se no distrito de Beja, concelhos de Moura e Serpa e beneficiam uma área de cerca de **1.664 ha**.

O Estudo Prévio incluiu os seguintes principais estudos: delimitação da área a beneficiar; estudo técnico-económico comparativo de soluções técnicas para as estações elevatórias de Caliços e da Horta da Vargem, estação de filtração de Caliços e barragem de Brenhas.

O Projecto de Execução do Adutor Caliços-Moura e Respectivos Blocos de Rega – Bloco de Rega Moura Gravítico compreende as seguintes infra-estruturas:

A) Infra-estruturas secundárias de rega:

- **Redes secundárias de rega** – beneficia uma área total de 1.664 ha, com um desenvolvimento total de rede de 18,9 km e os diâmetros das tubagens variam entre 160 mm e 1.200 mm (PEAD, FFD e Betão);

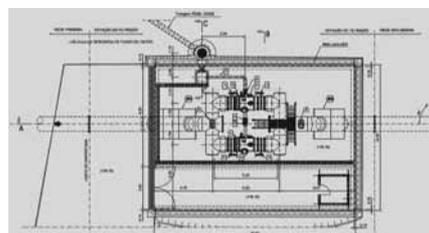
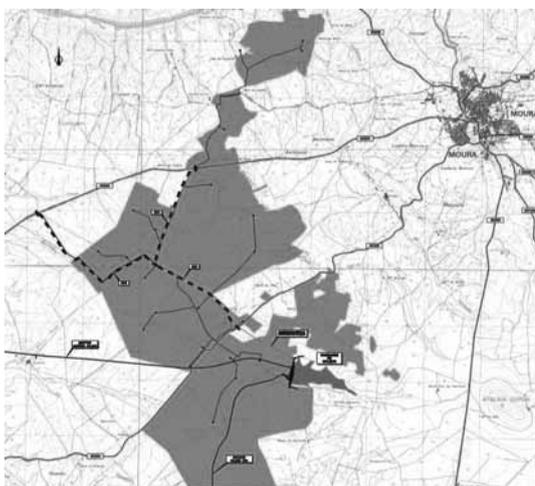
- **Estação de filtração** – a estação de filtração instalada no início da rede secundária de rega, apresenta dois filtros de baixa pressão, tendo sido dimensionada para um caudal total de 1,765 m³ s⁻¹.

B) Infra-estruturas complementares:

- **Rede viária** – a rede viária apresenta um desenvolvimento total de 6,6 km, compreendendo a reabilitação de dois caminhos agrícolas.
- **Rede de drenagem** – as principais intervenções consistem na limpeza, desobstrução e reperfilamento de linhas de água, construção de passagens hidráulicas em aqueduto e a vau, quedas verticais, degraus de contenção, soleiras de fixação e obras especiais de protecção e apresenta uma extensão de 14,5 km.



C) Sistema de Informação Geográfica



CIRCUITO HIDRÁULICO DE BALEIZÃO-QUINTOS E RESPECTIVO BLOCO DE REGA

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva

Projecto de Execução: 2009 / 2011

Em Consórcio liderado pela COBA

O Circuito Hidráulico de Baleizão-Quintos está integrado no subsistema de Pedrógão do EFMA e localiza-se entre Beja e as encostas da margem direita do rio Guadiana. Esta infra-estrutura tem a sua origem numa derivação do Circuito Hidráulico S. Pedro-Baleizão, e beneficia uma área de aproximadamente **7.994 ha**, divididos em cinco blocos de rega.

O projecto deste circuito hidráulico e bloco de rega associado compreende as seguintes infra-estruturas:

A) Infra-estruturas primárias de adução e regularização:

- **Sistema adutor gravítico** – é constituído por um adutor gravítico com um desenvolvimento total de 8,4 km. O diâmetro do adutor varia entre 2,5 m e 2,15 m e foi dimensionado para $Q = 7,19 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, beneficiando graviticamente os Blocos 1, 2 e 3 (3.796 ha), e, efectua a adução gravítica ao reservatório terminal do Estácio.
- **Reservatório do Estácio** – localizado no troço terminal do sistema adutor gravítico, construído por modelação do terreno e apresenta um Volume total de 120.000 m³. Inclui descargas de superfície e de fundo e a tomada de água para a estação elevatória do Estácio.



B) Infra-estruturas secundárias de rega:

- **Estação Elevatória do Estácio** – localiza-se junto ao reservatório do Estácio, tendo sido dimensionada para elevar um caudal de $4,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, através duma conduta elevatória para o reservatório R1 e para $H_t=52,7 \text{ m}$. Esta estação possui 4 grupos principais (630 kW) e 2 grupos auxiliares (315 kW).
- **Conduta elevatória** – liga a Estação Elevatória do Estácio e o reservatório R1. Os 827 m de tubagem DN 1800 mm foram dimensionados para $Q=4,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
- **Reservatório R1** – estrutura de betão armado, com geometria circular ($D_{int} = 26 \text{ m}$) e capacidade para 2.416 m³. Beneficia os Blocos 4 e 5 (4.198 ha).
- **Redes secundárias de rega** – tubagens enterradas (PEAD, FFD e Betão), com um desenvolvimento total de 101,6 km e diâmetros entre 63 mm e 1800 mm.

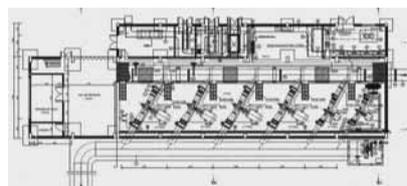


C) Infra-estruturas complementares:

- **Rede viária** – reabilitação de 3 caminhos (12,1 km).
- **Rede de drenagem** – rede de drenagem com 57,3 km, será alvo de intervenções biofísicas e paisagísticas, e reperfilamento de secção.

D) Sistema de monitorização, automatização e telegestão (redes primária e secundária)

E) Sistema de Informação Geográfica.



APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÓMICA E AMBIENTAL

Cliente: Câmara Municipal do Crato

Estudo de Viabilidade: 2010 / 2011

O Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato localizado no distrito de Portalegre poderá beneficiar os concelhos de Alter do Chão, Crato, Fronteira e Avis. O Estudo de Viabilidade incluiu a análise da mais-valia do empreendimento para a agricultura, produção de energia, abastecimento público, os estudos ambientais e a definição, com o detalhe adequado a um estudo de viabilidade, das infra-estruturas que integram o aproveitamento de fins múltiplos.

A barragem do Crato permitirá criar uma albufeira com um volume total de armazenamento de 116,1 hm³, sendo a afluência média anual estimada de 52 hm³.

A solução retida permitirá beneficiar uma área total de **8.939 ha** que se divide em 5 blocos: Alter do Chão e Fronteira (6 153 ha); Crato (224 ha); MD do Maranhão (404 ha); Benavila (1 796 ha); e Avis (362 ha).

A distribuição da água para a rega para os blocos de Alter do Chão e Fronteira será feita em conduta sob pressão. A **estação elevatória**, de pé de barragem, foi dimensionada para um caudal de 6,06 m³ s⁻¹ e para uma altura de elevação de 61 m. A água para a rega será bombeada para um **reservatório de regulação/comando** onde terá origem a rede secundária de rega gravítica que beneficia os blocos de Alter do Chão e Fronteira. A rede de distribuição garante as condições de pressão para a rega localizada e na maioria das situações para a rega por aspersão.

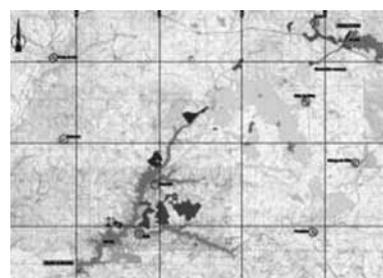
Na conduta da tomada de água para a estação elevatória será instalado a montante um by-pass, que permite derivar a água para a rede gravítica do bloco do Crato.

A água de rega para as manchas de solos dos blocos de rega da MD do Maranhão, Benavila e Avis (15,1 hm³) será turbinada e a adução será feita através da ribeira da Seda.

A **central hidroeléctrica** localiza-se no pé-de-barragem, sendo a queda obtida apenas a partir da altura da barragem (cerca de 50 m). A central irá turbinar os volumes excedentários e o volume de água derivado para a rega dos blocos beneficiados a partir da ribeira da Seda/regolfo do Maranhão, sendo a produtividade média anual estimada de cerca de 2GWh.

O investimento total estimado para a construção da barragem, infra-estruturas de rega e central hidroeléctrica é de 95,2 milhões de euros.

A análise do estado da barragem da Póvoa que serve o sub-sistema 3 do Alto Alentejo e a simulação da exploração da barragem, mostram que o projecto do Crato é fundamental para uma garantia de 100% no abastecimento público.



APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE SABARIZ E CABANELA

REABILITAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA REDE DE REGA

Cliente: Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa)

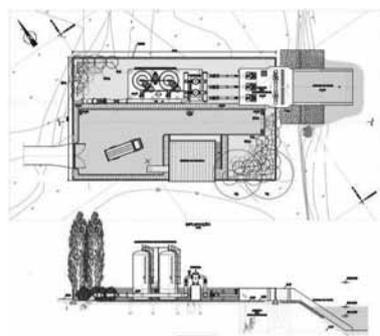
Projecto de Execução: 2004 / 2006

O Aproveitamento está localizado na margem direita do rio Homem e do rio Cávado e prevê a reabilitação e modernização de cerca de cerca **400 ha** de pequena propriedade no Concelho de Vila Verde.

A área a beneficiar foi dividida em 2 blocos de rega: o bloco de Cabanelas (342,3 ha) com a origem de água no rio Cávado, e o bloco de Sabariz (57 ha) com a origem de água no rio Homem que se divide em dois sub-blocos: Sabariz I e Sabariz II.

O Projecto deste sistema incluiu as seguintes infra-estruturas:

- **Estação elevatória de Sabariz I** - localizada na margem esquerda do rio Homem, é constituída por um grupo electrobomba de velocidade variável ($Q_n=75 \text{ l s}^{-1}$ e $H_t=58,5 \text{ m}$), com regulação mano-debitimétrica. Nesta estação será instalado um filtro de limpeza automática.
- **Estação elevatória de Sabariz II** - localizada na margem direita do rio Homem, é constituída por um grupo electrobomba de velocidade variável ($Q_n=35 \text{ l s}^{-1}$ e $H_t=57,1 \text{ m}$), com regulação mano-debitimétrica. Nesta estação será instalado um filtro de limpeza automática.
- **Estação elevatória de Cabanelas** - localizada a montante do açude da empresa Fabril do rio Cávado ($Q=0,51 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=75 \text{ m}$), é constituída por três grupos electrobomba (tipo submersível) de velocidade variável sem grupo de reserva e com regulação mano-debitimétrica. A filtração da água de rega é efectuada através de 2 filtros de limpeza automática em contracorrente.
- **Redes secundárias de rega** - foram dimensionadas para operar a pedido e garantir uma pressão mínima de 350 kPa a jusante da boca de rega:
 - Bloco de Cabanelas - cerca de 21,2 km de condutas (de FFd e PEAD) enterradas de diâmetros entre DN100 e DN700 mm;
 - Bloco de Sabariz I - cerca de 4,5 km de condutas enterradas de PEAD com diâmetros entre DN125 e DN355 mm; e
 - Bloco de Sabariz II - cerca de 2,1 km de condutas enterradas de PEAD com diâmetros entre DN125 e DN200 mm.
- **Rede viária** - O comprimento total da rede viária após a reabilitação será de cerca de 12,4 km.
- **Rede de drenagem** - Reperfilamento de 4 valas com cerca de 3,6 km de extensão, e limpeza de alguns troços das linhas de água principais: ribeiro do Poriço, Febros, Barge, Pedome e Tojal.



REABILITAÇÃO DO PERÍMETRO DE REGA E DRENAGEM DO XAI-XAI INTEGRADO

PROJECTO DE REABILITAÇÃO DA BARRAGEM DE MASSINGIR

Cliente: ARA Sul / Direcção Nacional de Águas

Projecto de Execução: 2003 / 2005

Fiscalização das Obras, Assistência no Lançamento do Concurso, Negociações e Contrato e Curso de Operação e Manutenção: 2005 / 2010

Estudos efectuados em Consórcio liderados pela COBA

Financiamento: BAD – Banco Africano de Desenvolvimento

O Perímetro de Rega e Drenagem do Xai-Xai localiza-se na bacia inferior do rio Limpopo, nas proximidades da cidade de Xai-Xai, capital da Província de Gaza, a cerca de 200 km a Norte de Maputo. É atravessado pela Estrada Nacional N° 1, a sudoeste, ligando Maputo, a Sul, a Inhambane/Maxixe, a Norte.

A área total beneficiada pelo aproveitamento hidroagrícola é de cerca de **11.207 ha**.

De acordo com os estudos agro-pedológicos e hidrológicos efectuados, o perímetro de rega e drenagem foi dividido em duas zonas:

- Zona 1 - “**machongos**” (4.441 ha) – área localizada entre os colectores Umbape e Inhacungo e as “encostas”, caracterizada por possuir solos turfosos, bastante férteis e com deficiente drenagem. Nesta zona foram projectados e construídos 195 km de valas principais e secundárias de rega e drenagem;
- Zona 2 – **vale aluvionar** (3.853 ha) – área localizada junto ao rio Limpopo entre os colectores Inhacungo e Umbape e o dique de protecção. No interior desta zona existem duas áreas distintas. A zona central caracterizada por solos salgados, com o nível freático a cerca de 1-2 metros da superfície foi excluída da área a beneficiar (2.880 ha). A segunda zona localiza-se junto ao dique de protecção (Blocos de Ponela, Magula e Chimbonhanine) será beneficiada a partir de três estações elevatórias a construir junto ao rio Limpopo e por uma rede de canais de rega e drenagem (137 km) e de condutas enterradas.

Na secção terminal do rio Umbape foi projectada e construída uma **estação elevatória** que se destina à drenagem da totalidade da área em estudo ($Q=8,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H=11 \text{ m}$) e à rega do bloco de Ponela que possui uma área de 536 ha ($Q=0,96 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H=10 \text{ m}$). As **redes de rega** (condutas enterradas de betão e PEAD) e **as valas drenagem** que beneficiam o bloco de Ponela têm um desenvolvimento de 13 e 18 km, respectivamente.

A **rede viária** projectada para beneficiar o aproveitamento hidroagrícola possui um comprimento total de 93 km.

Nos estudos iniciais e para a totalidade do perímetro de rega foi efectuado igualmente o **Estudo Pedológico** e as possibilidades de desenvolvimento hidroagrícola.

No âmbito dos trabalhos e após a construção da obra foi igualmente efectuado um **curso de operação, exploração e manutenção** do perímetro hidroagrícola.



PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO DE THEWÉ 2

PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO DE THEWÉ 2 – DISTRITO DE MOPEIA – PROVÍNCIA DE ZAMBÉZIA (400 HA)

Cliente: Direcção Nacional de Hidráulica Agrícola

Estudo de Viabilidade, Projecto de Execução 2004 / 2007

Os serviços prestados incluíram também a assistência no lançamento dos concursos, a análise de propostas, a assistência durante as negociações e assinaturas dos contratos de construção

Estudos efectuados em Consórcio liderado pela COBA

Financiamento: BAD – Banco Africano de Desenvolvimento

O perímetro de rega Thewé 2 localiza-se na bacia hidrográfica do rio Zambeze (margem esquerda), próximo da vila de Mopeia (7 km), capital do Distrito de Mopeia. A área beneficiada por este regadio é de cerca de **456 ha**, sendo limitado a Norte pelo rio Cuácua, a Este pelos lagos Thewé 1 e 2 e a Sul pelo rio Zambeze.

Este perímetro foi dividido em duas manchas em função da proximidade da origem de água (rio Zambeze), das características pedológicas e da ocupação cultural. Foram definidas duas fases para implementação deste regadio.

Foram projectadas as seguintes infra-estruturas para as duas fases:

- i) **Estação elevatória** localizada junto do rio Zambeze, com 4+1 grupos submersíveis (2+1 na 1.^a Fase e 2 na 2.^a Fase). Cada grupo terá um caudal máximo de 207 l/s;
- ii) **Reservatório de regulação** construído no início da rede de rega, localizado a jusante da estação elevatória, para controlo da operação dos grupos de bombagem. Este reservatório possui um diâmetro de 10 m, uma altura total de 4,40 m e uma capacidade de armazenamento de 78,5 m³;
- iii) **Rede primária e secundária de rega**, com uma extensão de 6,7 km, constituída por condutas enterradas (Betão e PEAD) de diâmetros a variar entre 140 mm e 800 mm;
- iv) **Rede terciária de rega e drenagem** foi projectada e construída em cerca de 75 ha. A rede terciária de rega é constituída por canais em terra com um desenvolvimento de cerca de 2,5 km e a rede terciária de drenagem possui uma extensão total de cerca de 5,0 km;
- v) **Rede primária e secundária de drenagem** com uma extensão de cerca de 9,8 km;
- vi) **Rede viária** com um comprimento de cerca de 8,1 km;
- vii) **Nivelamento do solo** e delimitação de canteiros de arroz numa área de cerca de 142 ha;
- viii) **Estudo Pedológico**.



APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO BOM JESUS

ESTUDOS DETALHADOS DOS TRABALHOS DE ENGENHARIA A REALIZAR NO BOM JESUS

Cliente: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Bom e Calenga

Projecto de Execução: 2007 / 2010

O Aproveitamento Hidroagrícola do Bom Jesus localiza-se na margem direita do rio Kwanza, a cerca de 50 km de Luanda, nas planícies a este da vila de Caquila e a nordeste do já existente Perímetro do Bom Jesus (coincidente com a área da antiga açucareira) e beneficia uma área de **1.124 ha**. As infra-estruturas a construir são:

A) Sistema de elevação, regularização e adução:

- **Estação elevatória de Zambela** – localizada junto à povoação de Zambela, beneficia os blocos de Cana Cassassa, Catraversa e Cassenda/Terra Nova, com $Q=1,262 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=59 \text{ m}$.
- **Conduta elevatória de Zambela - Cana Cassassa**, constituída por dois troços em betão armado com alma de aço, com diâmetros de 1,0 m e 0,9 m numa extensão total de 7,2 km. Esta conduta dimensionada para $Q_{\max}=1,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, liga a EE de Zambela e o reservatório de C. Cassassa e serve as redes de distribuição de Catraversa e Cassenda/Terra Nova.
- **Reservatório de Cana Cassassa**, que permite a adução em pressão ao bloco de Cana Cassassa, será construído por modelação do terreno, e terá uma $Cap.\text{util}=22.835 \text{ m}^3$.
- **Estação elevatória de Caquila** – localizada na margem direita do rio Kwanza, junto à aldeia com o mesmo nome, é constituída por um grupo electrobomba ($Q=0,236 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=30,9 \text{ m}$).
- **Conduta elevatória de Caquila** – constituída por tubagem em PEAD DN 500 mm, com uma extensão de 1,49 km, e dimensionada para $Q=0,236 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Liga a EE de Caquila e o reservatório de regulação de Caquila e, no percurso, alimenta o bloco de Caquila.
- **Reservatório de Caquila**, em betão, de forma circular ($D=10 \text{ m}$), com Volume total $=259 \text{ m}^3$.

B) Sistema de distribuição:

- **Estação Elevatória de Cana Cassassa** - localizada a jusante do reservatório de C. C., beneficia o bloco de Cana Cassassa através de grupos de velocidade variável, com regulação mano-debimétrica ($Q_{\max}=0,874 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $H_t=18 \text{ mca}$).
- **Redes de distribuição** para beneficiar 1.124 ha (791 talhões e 2 propriedades privadas), divididos pelos Blocos Caquila, Cana Cassassa, Catraversa e Cassenda/Terra Nova. O desenvolvimento total das redes é de cerca de 55,6 km, com condutas enterradas de diâmetros DN125 a DN800 mm. O sistema de distribuição foi dimensionado para operar a pedido e para sistemas de rega localizada. O projecto incluiu o **talhonamento** da área a beneficiar e a **avaliação dos recursos em solos e terras** para o regadio.



C) Infra-estruturas complementares:

- **Rede viária** constituída por cerca de 19,1 km de caminhos.
- **Rede de drenagem e enxugo com** 21,3 km e **rede de drenagem interna** assegurada por uma densa rede de valas terciárias (59,5 km) e valas secundárias (14,1 km).
- **Dique de protecção contra cheias**, em aterro, com o coroamento à cota (6,5) e com uma extensão total aproximada de 6,1 km.

PLANO NACIONAL DIRECTOR DE IRRIGAÇÃO DE ANGOLA

Cliente: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MINAG)

Data: 2006 / 09

O principal objectivo do Plano Nacional Director de Irrigação (**PLANIRRIGA**) é a promoção do desenvolvimento económico e social, mediante a sustentabilidade da actividade agrícola de irrigação.

O território de Angola, com uma área total de aproximadamente 1.246.700 km² integra 11 regiões hidrográficas com características físicas e sociais bem diferenciadas, constituindo cada uma a - Unidade de Análise Geográfica e Espacial do Plano.

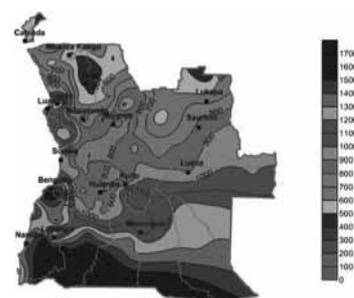
Ao nível de cada região hidrográfica foram efectuados estudos em diferentes escalas e vertentes, como a caracterização e avaliação de recursos e potencialidades do meio físico e sócio-económico, incluindo a avaliação de terras com aptidão para irrigação e a zonagem edafo-climática das culturas.

De uma área total de estudo da ordem de 17,5 milhões de hectares, foram identificados cerca de 7,5 milhões de hectares de terras com um potencial elevado para o regadio, dos quais cerca de 80% correspondem a classes de aptidão elevada e moderada.

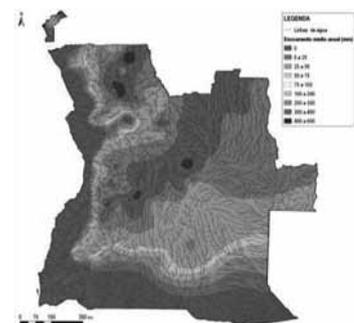
De acordo com o balanço hídrico realizado, entrando em conta com os recursos hídricos mobilizáveis para a irrigação e para os outros sectores (abastecimento de água às populações, industria, produção de energia eléctrica e outros) concluiu-se que a área potencial de regadio cifra-se em cerca de 5 milhões de hectares.

Foram genericamente estabelecidas as infra-estruturas necessárias para o equipamento das áreas identificadas com potencial para o regadio e determinado o respectivo custo, tendo sido elaborados os necessários estudos de pré-viabilidade com a ponderação dos seguintes critérios: técnicos (existência de recursos solo e águas, geomorfológicos, de localização, etc.); económicos e financeiros; sociais bem como ambientais.

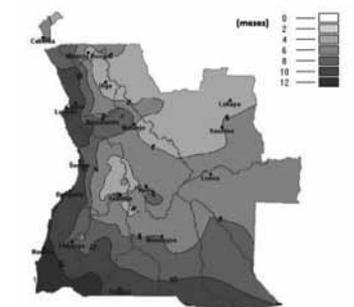
Foram efectuados no âmbito do **Plano Nacional Director de Irrigação de Angola** estudos relativos ao custo da água e de rendibilidade



Banana
Necessidades de água para rega
(mm)



Escoamentos



das culturas tendo em conta diversos cenários de participação do Estado nos custos de investimento e de operação e manutenção dos empreendimentos hidroagrícolas.

Paralelamente, foi tido em conta o Enquadramento Institucional e Administrativo aplicável.

Finalmente, as principais medidas e acções estabelecidas foram consubstanciadas num programa de investimentos no sector da irrigação, para um período de 25 anos, tendo-se estimado os mesmos em cerca de 54 mil milhões de USD.

ESTUDO DA RECONVERSÃO DO SISTEMA DE REGA POR ASPERSÃO PARA LOCALIZADA NO PERÍMETRO DO GHARB

Cliente: Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVAG)

Estudos Agro-Socio Económicos, Estudos de Viabilidade, Estudos de Diagnóstico Físico e Hidráulico, Anteprojecto Sumário, Anteprojecto Detalhado, Projecto de Execução e Documentos de Concurso: 2009 / em curso

Estudos Realizados em Consórcio com a CID

O Perímetro de rega do Gharb está localizado a noroeste de Marrocos, na planície da bacia hidrográfica do rio Sebou, beneficiando actualmente cerca de 114.000 ha com recurso a um conjunto diversificado de infra-estruturas hidráulicas.

Os sectores objecto dos estudos de reconversão do sistema de rega perfazem uma área de aproximadamente 20.000 ha (Sectores N1, N2, N3, N4, N5, C2, C3 e P7).

Os estudos desenvolvidos incluíram a avaliação do diagnóstico físico e hidráulico bem como da possibilidade, dos impactes e das necessidades de adaptação das infra-estruturas existentes geradas pela reconversão dos sistemas de aplicação de água na parcela, substituindo o actual sistema de rega por aspersão por um sistema de rega localizada.

Para cada Sector, e para a elaboração do diagnóstico e avaliação da possibilidade de reconversão do sistema de rega foi analisado o desempenho hidráulico da rede de distribuição em articulação com os parâmetros de dimensionamento da estação elevatória.

O estudo do desempenho hidráulico possibilitou a determinação, de forma optimizada, da capacidade hidráulica da rede necessária para fornecimento de água aos regantes nas condições mínimas exigíveis de caudal e pressão. Para tal, foram definidos diversos cenários correspondentes ao funcionamento da rede de distribuição para rega por aspersão em condições actuais, melhoradas e relativos à reconversão do sistema para rega localizada.



BLOCO A BENEFICIAR PELA INFRA-ESTRUTURA 12

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DO ALQUEVA

Cliente: EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA

Anteprojecto Detalhado: 1997 / 99

Assistência Técnica Normal e Especial de Construção da 1ª Fase: 2000 / 03

Cliente: Consórcio Engil / Bento Pedroso / Opca / Ramalho Rosa Cobetar / Trapsa

Projecto de Execução e Assistência Técnica à Construção da 2ª Fase: 2000 / 03

Estudos realizados em Associação

A área a beneficiar pela Infra-estrutura 12 é de cerca de **5.800 ha** e localiza-se na bacia hidrográfica do rio Sado, nas freguesias de Ferreira do Alentejo e Figueira de Cavaleiros, do concelho de Ferreira do Alentejo, distrito de Beja.

Trata-se de uma região de clima temperado, precipitação média anual de 550 mm, com uma estrutura fundiária correspondente a médias e grandes propriedades (80%) e pequena propriedade (20%); as culturas da zona são cereais de inverno, prados permanentes, sobreiros e pequenas áreas de regadio.

Os estudos e projectos incluíram:

- **Canal da Infra-Estrutura 12:** o sistema primário de rega é constituído por um canal com um desenvolvimento de cerca de 16 km.
- **Sistema de monitorização,** automação e telegestão dos canais, estações elevatórias e redes secundárias de rega.
- **Modelação e simulação** matemática de regimes variáveis.
- **Barragens de regularização:** constituídos por duas barragens com volumes de armazenamento de 647.000 m³ (bloco de rega 2) e de 220.000 m³ (bloco de rega 3). Foi igualmente aproveitada e reabilitada uma barragem existente com uma capacidade total de 612.000 m³.
- **Estações elevatórias:** para garantir a pressão necessária à rede de rega dos três blocos foram projectadas e construídas três estações elevatórias localizadas a jusante de cada um dos reservatórios/barragens e cujas potências totais são respectivamente de 2255 kW, 2432 kW e 2577 kW.
- **Redes secundárias de rega:** cada um dos três blocos de rega foi dividido em dois patamares energéticos, cujo fornecimento de água aos hidrantes é efectuado por tubagens enterradas. O método de rega a utilizar será a aspersão, sendo a distribuição de água a efectuar no perímetro “a pedido”. O desenvolvimento total das redes é de 125 km.
- **Redes de enxugo e de drenagem.**
- Rede viária.
- Sistema de Monitorização, Automatização e Telegestão.
- Estudos Ambientais.





BOMBAS GRUNDFOS PORTUGAL, S.A.

APRESENTAÇÃO

Com uma produção anual de mais de 16 milhões de unidades, a Grundfos é um dos fabricantes líderes mundiais de bombas. Circuladores para aquecimento e ar condicionado, bem como bombas centrífugas para indústria, abastecimento de água, águas residuais e doseamento são alguns dos produtos comercializados. Actualmente, a Grundfos é um dos maiores fabricantes mundiais de circuladores, com uma quota de mercado de cerca de 50%.

Para além de bombas a Grundfos desenvolve, concebe e fabrica motores eléctricos de superfície e submersíveis, sistemas electrónicos com tecnologia de ponta e sistemas completos de bombeamento. Outros produtos são ainda produzidos nas divisões BioBooster e Lifelink, que fazem parte de novas actividades de negócio da empresa. A Grundfos introduziu recentemente também a Grundfos Blueflux, uma nova tecnologia que assegura que as soluções com esta etiqueta estão entre as mais eficientes do mercado.

O Grupo Grundfos está representado por mais de 80 companhias em mais de 55 países. Além disso, os produtos Grundfos são vendidos através de Revendedores locais em vários países.

A Grundfos resume os seus valores através da assinatura BE responsible, THINK ahead, INNOVATE (Ser responsável, Pensar mais além, Inovar). Esta é a responsabilidade, visão e objectivo da Grundfos na criação de soluções e ideias inovadoras, que contribuem para fazer da companhia um dos líderes mundiais em sistemas de bombeamento.

Em Portugal, a Grundfos estabeleceu-se em Janeiro de 1989 e é actualmente uma empresa certificada segundo a norma ISO 9001:2008 (Sistema de Gestão de Qualidade) e ISO 14001:2004 (Sistema de Gestão Ambiental). Com sede em Paço de Arcos e filial no Porto, é uma referência no mercado das bombas e sistemas de bombeamento. Em 2010 e 2011, a Grundfos Portugal foi considerada, pela Revista Exame, uma das 100 Melhores Empresas para Trabalhar em Portugal.

Para mais informações sobre a Grundfos consulte www.grundfos.pt.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

REDUÇÃO DE CUSTOS E MELHORIA DE CULTURAS COM FERTIRREGA DE PRECISÃO

Vahan BAGDASARIAN

Innovation Manager Irrigation, GRUNDFOS Pumps Corporation, 17100
W. 118th Terrace Olathe, KS 66061, United States, +1 913 227 3400,
vbagdasarian@grundfos.com

Os agricultores sentem-se cada vez mais pressionados para reduzir custos e evitar a utilização excessiva de fertilizantes e químicos. As actuais aplicações de fertirrigação e quimigação proporcionam a precisão e a uniformidade de aspersão requeridas.

Uma vez que os fertilizantes líquidos comercializados são concentrados e dispendiosos, é de crucial importância que o método de fertirrigação utilizado seja uniforme e preciso. Se tal não for conseguido, as culturas poderão ser danificadas ou o crescimento no campo de cultivo pode tornar-se irregular.

O aumento da utilização de sistemas de rega pressurizados, como sistemas gota-a-gota e aspersores, sistemas de rega mecanizados, como pivots centrais, e outros sistemas de rega levou também a um aumento da fertirrigação e quimigação. Os sistemas de rega reduzem o tempo e o trabalho outrora necessários para a aplicação de fertilizantes e químicos.

O sistema de fertirrigação e quimigação deve também reduzir o escoamento de água e os impactos ambientais. O avanço tecnológico permitiu melhorar a eficiência e uniformidade dos sistemas e componentes de rega, bem como da aplicação de fertilizantes e químicos.

O QUE É A FERTIRRIGAÇÃO/QUIMIGAÇÃO?

A fertirrigação é a aplicação de fertilizante e/ou condicionadores de solo com a água. Um fertilizante é uma substância que contém um ou mais nutrientes vegetais para promover o crescimento das plantas. A fertirrigação pode também incluir gesso e cal.

A quimigação é a aplicação de pesticidas ou produtos reguladores das condições locais de cultivo através de um sistema de rega. A quimigação pode incluir herbicidas, insecticidas, fungicidas, fumigantes, reguladores do crescimento das plantas, desinfectantes, higienizadores, agentes taponizantes, dessecantes, desfolhantes, inibidores de germinação e adjuvantes para pulverização.

VANTAGENS DA FERTIRRIGAÇÃO/QUIMIGAÇÃO:

- Aplicação uniforme – em conjunto com a rega.
- Aplicação da quantidade certa à cultura.

- Não é necessário equipamento de campo adicional, reduzindo os custos e a manutenção.
- Redução de prazos através da aplicação do fertilizante com a rega.
- Compactação reduzida.
- Risco reduzido, uma vez que o operador tem pouco ou nenhum contacto com químicos ou fertilizantes.
- Redução da sobrealimentação e subalimentação da cultura.
- Evita o equipamento e recursos adicionais para aplicações em seco.

A FERTIRRIGAÇÃO E A QUIMIGAÇÃO ASSEGURAM PRECISÃO E UNIFORMIDADE

São várias as vantagens das aplicações de fertirrigação ou quimigação. Se a uniformidade do sistema de rega for elevada, a uniformidade da aplicação de químicos será igualmente elevada. A uniformidade pode sofrer alterações devido a desgaste do bocal, pressões de funcionamento, válvulas ou outros componentes do sistema de rega; no entanto, a verificação da uniformidade do sistema de rega e a respectiva afinação do sistema antes da adição de qualquer nutriente ou químico é uma questão bastante simples.

Existem diversas vantagens económicas. A quantidade de material recomendada é aplicada ao campo irrigado, poupando custos e reduzindo o desperdício. É possível reduzir ainda mais os custos utilizando soluções concentradas. Além disso, não é necessário investimento em equipamento de campo adicional para aplicação, reduzindo também os custos adicionais de conservação e manutenção desse mesmo equipamento. No geral, a aplicação exige menos esforço, o que também facilita o cumprimento dos requisitos de segurança. A aplicação pode ser automatizada através da utilização de sistemas de doseamento integrados.

Uma vez que os fertilizantes podem ser aplicados através de um sistema de rega, é eliminada a necessidade de aguardar que o campo seque após uma rega para permitir que equipamentos motorizados entrem neste. Os nutrientes e químicos podem ser aplicados durante a rega. O planeamento é muito mais preciso, simplificando a calendarização.

Se a aplicação dos nutrientes ou químicos for realizada através do sistema de rega, não é necessário conduzir tractores ou equipamentos de pulverização adicionais pelo campo cultivado, reduzindo a compactação. Os riscos para o operador são igualmente reduzidos, já que os químicos e fertilizantes são injectados no fluxo de água, havendo pouco ou nenhum contacto por parte do operador. Os operadores não estão no meio da área regada com equipamento de aplicação de químicos ou fertilizantes. As soluções podem ser doseadas directamente a partir dos contentores de armazenamento, sem necessidade de mistura ou qualquer outro manuseamento.

DEIXE O SISTEMA DE REGA FAZER TODO O TRABALHO

Seleccionar um sistema de fertirrigação significa deixar o sistema de rega fazer todo o trabalho, não havendo necessidade de equipamentos dispendiosos de aplicação de químicos, que também requerem manutenção. A sobrealimentação e subalimentação da colheita são também reduzidas, porque a aplicação uniforme dos químicos e fertilizantes é facilmente controlada em conformidade com a quantidade recomendada em função da área em questão.



Fotografia 1 - Doseamento para um pivot central

Adicionalmente, os fertilizantes secos aplicados através de meios mecânicos requerem equipamento adicional como tractores e semeadores ou distribuidores de fertilizante. Uma vez aplicados, têm de ser regados uniformemente para que a respectiva dissolução seja também uniforme. A obtenção de uma aplicação uniforme ou de uma aplicação de uniformidade aceitável implica aguardar que chova ou utilizar um sistema de rega pressurizado. Caso seja utilizado um sistema de rega pressurizado, por que não aplicar o material simplesmente através desse equipamento? Desta forma, o agricultor sabe que foi aplicada a quantidade correcta de material em simultâneo com a rega da colheita. A quantidade global de químicos aplicados é reduzida, quando comparada com a aplicação em seco.

Com a instalação de cada vez mais sistemas de rega pressurizados, tais como pivots centrais, sistemas de rega gota-a-gota em culturas permanentes e sistemas de fita de rega em sementeiras de linha, há uma capacidade cada vez maior de aplicação de fertilizantes e outros químicos através dos sistemas de rega. Além disso, uma vez que os fertilizantes se tornaram mais dispendiosos, é necessário aplicar apenas aquilo que é requerido na altura certa e em quantidades precisas, de forma a que os fertilizantes permaneçam na zona radicular da cultura que é fertilizada. Desta forma, reduz-se a quantidade de material, bem como a possibilidade de os químicos se dissolverem para além da zona radicular, perdendo-se.



Fotografia 2 - Aplicações de fertirrigação por gotejamento/microaspersão

APLICAÇÃO PRECISA DE FERTILIZANTE LÍQUIDO

Os fertilizantes são fornecidos sob várias formas e os agricultores que têm misturado fertilizantes granulados na água começam agora a aperceber-se de que esta poderá não ser a opção mais económica, além de frequentemente ser pouco precisa. Além disso, os sistemas de rega pressurizados requerem fertilizantes solúveis em água, e muitas das formulações secas podem conter componentes que não são totalmente solúveis.

Os fertilizantes líquidos actualmente comercializados e os dispositivos de doseamento eficazes e precisos estão a tornar-se a regra. Os resultados são uma melhoria dos rendimentos das colheitas e a utilização de um menor número de factores de produção, o que também gera lucros mais elevados.

Os fertilizantes líquidos têm uma concentração uniforme e proporcionam maior flexibilidade nos métodos de fertirrigação, tais como pulverização foliar, injeção no solo e rega gota-a-gota ou por microaspersão. Também reduzem a necessidade de manusear sacos pesados e de lidar com a exposição ao pó que pode ocorrer ao aplicar materiais secos. Os fertilizantes líquidos eliminam as obstruções em mangueiras e tubagens e permitem uma absorção rápida.

A aplicação precisa é cada vez mais importante, pelo que continuará a ser melhorada. O custo dos fertilizantes e químicos irá aumentar inevitavelmente e a precisão de aplicação terá de ser melhorada. O objectivo deverá ser aplicar apenas o que as plantas podem utilizar sem haver eluição ou escoamento. As técnicas de quimigação devem garantir que os químicos são aplicados apenas na planta ou nas superfícies do solo para as quais se destinam. A pulverização excessiva e a perda por efeito do vento devem ser tidas em consideração e eliminadas.

O MERCADO AGRÍCOLA E AS TENDÊNCIAS FUTURAS

Na produção alimentar agrícola e na produção de plantas, a necessidade de aplicações de medição rigorosa e precisa, tanto de fertilizantes como de químicos, juntamente com a utilização de água, tem vindo a tornar-se a regra. O aumento dos custos de todos os factores de produção no cultivo alimentar irá inevitavelmente continuar a aumentar, uma vez que os actuais recursos mundiais hídricos e de terras de cultivo terão de produzir mais, utilizando menos.

A procura de produtos alimentares de cultivo seguro exige um aumento de processos no cultivo, colheita e processamento, de modo a garantir um abastecimento alimentar seguro. A utilização da quantidade certa de fertilizantes no processo de cultivo dessas culturas e o manuseamento da colheita requerem a aplicação precisa dos químicos, para garantir que os produtos alimentares não são contaminados com substâncias nocivas.

Isto também se aplica aos sistemas de cultivo em estufa e hidropónicos. Fruta e legumes frescos são algo que todos esperamos encontrar nas prateleiras do supermercado. A aplicação de fertilizantes e químicos para manter estes sistemas de cultivo livres de pragas ou agentes nocivos é ainda mais crucial do que nas culturas ao ar livre. Os sistemas de doseamento de químicos e fertilizantes são comuns tanto em sistemas de cultivo como em sistemas de desinfecção.

A produção de plantas ou os contentores de viveiro para as culturas que são transplantadas para os nossos campos ou jardins têm de estar livres de quaisquer pragas ou organismos do solo que possam espalhar-se e danificar terras de cultivo ou jardins já existentes. A utilização de químicos e fertilizantes garante o crescimento das culturas e a contenção das pragas, além de manter o nosso ambiente livre de factores prejudiciais. Mais uma vez, é essencial a precisão da aplicação dos fertilizantes no sistema de rega, juntamente com os químicos, para manter as plantas livres de pragas.

Existe actualmente uma tendência para o aumento dos regulamentos e da legislação em várias áreas. A monitorização das nossas águas subterrâneas e de superfície será alvo de regulamentos adicionais devido à eluviação de químicos e nitratos nos nossos actuais recursos hídricos. Teremos de aplicar apenas os fertilizantes e químicos requeridos pela planta, com o menor desperdício possível. O escoamento de água de terras de cultivo regadas será monitorizado em maior escala do que na actualidade, com um aumento cada vez maior dos regulamentos locais, estatais e nacionais.

No futuro, vão aumentar as exigências por uma aplicação precisa, e um maior controlo sobre a origem dos produtos alimentares e sobre o que foi aplicado aos mesmos antes de chegarem às prateleiras dos supermercados. A aplicação de fertilizantes e químicos terá de ser medida e controlada. Os dados relativos ao que foi aplicado na cultura serão reunidos, monitorizados e partilhados com os consumidores e com as agências locais, estatais e nacionais. Não é possível gerir aquilo que não conseguimos medir, e para medir de forma precisa é necessário equipamento doseador topo de gama.

Com um aumento da rega mecanizada e da capacidade de aplicar fertilizantes e químicos através desses sistemas, veremos também um aumento do rendimento das colheitas. Os produtores terão de manter a competitividade, implantar novos sistemas e reduzir os custos de mão-de-obra. Isto implica aplicar apenas os fertilizantes e químicos necessários para o rendimento máximo da colheita, mantendo o nosso ambiente seguro. Isto só é possível utilizando equipamento de aplicação precisa.

BOMBAS DOSEADORAS DIGITAIS – IDEAIS PARA UNIFORMIDADE E PRECISÃO

Dos vários sistemas de bombeamento que podem ser utilizados nas aplicações de fertirrigação são as bombas doseadoras accionadas por motor, especialmente as bombas doseadoras digitais, que garantem um grau de precisão extremamente elevado. As bombas doseadoras digitais permitem que os fertilizantes entrem na tubagem da água para rega de modo uniforme e com a mistura correcta. Estas bombas também proporcionam flexibilidade de controlo através de simples arranque/paragem manual ou controlo proporcional a partir de um contador volumétrico emissor de impulsos.



Fotografia 3 - Bombas doseadoras digitais DME da Grundfos.

TIPOS DE BOMBAS HABITUAIS PARA FERTIRRIGAÇÃO

O quadro seguinte apresenta uma comparação de vantagens e desvantagens dos tipos de bombas mais habituais para fertirrigação.

Quadro 1 – Bombas para fertirrigação

Tipo	Vantagens	Desvantagens
Bombas doseadoras digitais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precisão elevada ▪ Fácil configuração inicial ▪ Fácil ajuste ▪ Flexibilidade elevada ▪ Manutenção reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investimento inicial elevado
Accionamento hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativamente económicas ▪ Sem necessidade de alimentação eléctrica ▪ Fácil funcionamento ▪ Manutenção reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa precisão ▪ Sem automatização ▪ Gama de funcionamento muito limitada ▪ Sem possibilidade de monitorização ou controlo remotos ▪ Doseamento pulsante
Accionadas por solenóide eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativamente económicas ▪ Manutenção reduzida ▪ Várias opções para monitorização e controlo do doseamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precisão reduzida ▪ Configuração inicial complicada ▪ Difícil ajuste ▪ Gama de funcionamento limitada por unidade ▪ Picos de pressão
Transmissão mecânica accionada por motor eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativamente económicas ▪ Manutenção reduzida ▪ Várias opções para monitorização e controlo do doseamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precisão marginal ▪ Configuração inicial complicada ▪ Flexibilidade reduzida ▪ Gama de funcionamento limitada por unidade ▪ Difíceis de utilizar ▪ Picos de pressão

<p>Diferencial de pressão</p> <p>Accionadas por Venturi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económicas ▪ Manutenção reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevado grau de imprecisão ▪ Flexibilidade reduzida ▪ Díficil ajuste ▪ Necessidade de uma bomba adicional em algumas instalações
<p>Motor eléctrico/ /Motor e caixa de engrenagens</p> <p>Accionadas por pistão</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Despesa moderada ▪ Fácil configuração ▪ Fácil ajuste 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precisão moderada ▪ Manutenção elevada
<p>Motor eléctrico</p> <p>Bomba peristáltica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económicas ▪ Fácil configuração ▪ Fácil ajuste 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção moderada ▪ Precisão moderada
<p>Bomba de cilindro accionada por motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Económicas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção elevada ▪ Precisão reduzida ▪ Flexibilidade reduzida ▪ Sem automatização

SISTEMAS DE BOMBEAMENTO PARA HIDROAGRICULTURA MODERNA

Vahan BAGDASARIAN

Innovation Manager Irrigation, GRUNDFOS Pumps Corporation, 17100
W. 118th Terrace Olathe, Kansas 66061, United States, +1 913 227 3400,
vbagdasarian@grundfos.com

A rega agrícola moderna é uma interacção complexa entre consumo de energia, utilização responsável da água, condições de mercado e a aplicação da experiência e conhecimentos para garantir os melhores sistemas de rega. A compreensão de práticas passadas, os problemas actuais relacionados com o sector da água e energia e os desenvolvimentos na tecnologia de bombas contribuíram para o desenvolvimento de sistemas de bombeamento que satisfazem melhor as necessidades da agricultura moderna.

Os desafios na agricultura exigem novas técnicas para aumentar a produtividade. O mercado agrícola está a sofrer mudanças rápidas e os agricultores de hoje não podem contar com a tecnologia e as práticas do passado.

Para manter a produtividade elevada e a competitividade no mercado dos produtos agrícolas, os agricultores têm de se concentrar em aumentar a rentabilidade, o que inclui a optimização do consumo energético e uma melhor utilização dos recursos hídricos. É aqui que os sistemas de bombeamento desempenham um papel crucial.

O QUE É A REGA?

Em termos simples, a rega é uma aplicação artificial de água nas raízes das plantas, com o objectivo de apoiar o crescimento das culturas agrícolas. É possível adicionar fertilizantes e químicos a um sistema de rega, que muitas vezes têm um papel importante na protecção contra a formação de gelo.

O êxito na agricultura depende de os agricultores terem acesso a água suficiente. Recuando até meados do século passado, verificamos que a percepção geral era de que a água tratava-se de um recurso infinito. Actualmente estamos cientes de que a água é um recurso que tem de ser gerido. Não se trata apenas da existência de mais bocas para alimentar - actualmente as pessoas consomem mais calorias e comem mais carne, o que requer mais água para a produção de alimentos.

O consumo de energia é também um problema para o agricultor moderno. A energia para as bombas de rega é actualmente um dos maiores indutores de custos para os agricultores, no entanto muitos não se apercebem do enorme potencial de poupança associado a um uso mais eficiente da energia.

A agricultura moderna requer soluções de rega que optimizem a uniformidade da rega, reduzam os custos de energia, salvaguardem a fonte de água e mantenham a produtividade elevada. O mercado agrícola está a mudar e estas alterações exigem uma maior atenção na aplicação de conhecimento, experiência e soluções de rega completas que integrem todos os componentes.

O QUE TER EM CONSIDERAÇÃO NUM SISTEMA DE REGA

A rega começa com a captação de água para as culturas em águas subterrâneas ou de superfície de um canal ou bacia de armazenamento. O passo seguinte é o tratamento da água, caso seja necessário, e talvez a adição de fertilizante ou químicos. Por fim, a água é fornecida à cultura utilizando várias técnicas como inundação, aspersão ou aplicações de rega gota-a-gota ou microaspersão.

Os sistemas de aspersão mecanizados, como a rega por pivot, são eficazes para abranger áreas de grandes dimensões. Estes sistemas estão habitualmente ligados a uma bomba que fornece a quantidade necessária de água e de pressão - e muito mais, caso seja necessário. O excesso de caudal e de pressão é habitualmente controlado por uma válvula de seccionamento.

A rega gota-a-gota e por microaspersão destina-se a aplicações de baixa pressão nas quais é necessário reduzir ao máximo a evaporação potencial e o caudal de escoamento. A manutenção de uma pressão constante é essencial para garantir uma aplicação uniforme em cada zona do sistema e este poderá ser o método de rega mais eficiente em termos energéticos, caso seja gerido correctamente. Para alcançar este objectivo, é necessário que o sistema seja capaz de compensar as variações de caudal, de forma a garantir a pressão constante à medida que as zonas se revezam.



Fotografia 4 – Integração de componentes num sistema de rega

ABORDAGENS E SOLUÇÕES DE BOMBEAMENTO TRADICIONAIS

A captação de águas subterrâneas implica, habitualmente, a utilização de bombas submersíveis ou bombas de turbina verticais capazes de elevar a água até à superfície. Para a captação de águas superficiais, as soluções tradicionais têm sido bombas centrífugas em variadas configurações, bombas bipartidas e de aspiração axial.

Estas bombas têm de ir ao encontro das condições inconstantes do nível de água na captação, que, por sua vez, exercem efeitos na pressão e no caudal requeridos de dia para dia e de estação para estação. Um sistema de bombeamento deve ser capaz de fornecer a pressão e o caudal correctos no ponto de rega. A solução mais simples é sobredimensionar a bomba, de modo a ser capaz de lidar com o pior dos cenários. No entanto, isto faz com que a bomba nunca funcione no seu ponto de funcionamento ideal. Irá produzir pressão em excesso e consumir demasiada energia, que não é utilizada para qualquer efeito produtivo.

Habitualmente, a água é distribuída da fonte de água – quer seja de águas subterrâneas ou superficiais de um canal ou bacia de armazenamento - a uma pressão baixa ou constante, a partir

de bombas a funcionar a uma só velocidade fixa. A distribuição na cultura é feita através de bocal de rega, focalizada na cobertura da superfície, sem que se preste realmente atenção ao escoamento, às perdas por intercepção e por efeito do vento. O controlo da humidade do solo para garantir uma distribuição uniforme na área irrigada é uma disciplina relativamente recente.

Contudo, há muito que a gestão de pressão constitui um problema e, ao longo dos anos, têm sido utilizadas válvulas redutoras de pressão para reduzir a pressão no sistema. No entanto, a instalação das válvulas é dispendiosa e as mesmas requerem assistência e substituição frequentes, sendo que também consomem muita energia durante o funcionamento.

Se compararmos um sistema de rega moderno para agricultura a um carro e a respectiva bomba ao motor do mesmo, faria sentido conduzir o seu carro sempre com o motor no máximo e usar os travões para controlar a velocidade? É uma abordagem muito comum para as bombas de rega.

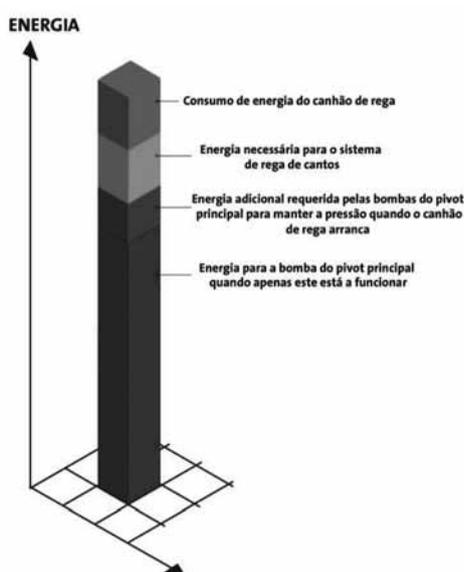


Figura 1 – Consumo de energia num sistema de rega

ENFRENTAR OS DESAFIOS DA AGRICULTURA MODERNA

Os sistemas de bombeamento completos, em vez de bombas isoladas de grandes dimensões, são o caminho para o futuro. Por exemplo, a utilização dispendiosa e morosa de válvulas redutoras de pressão para manter a pressão constante pode ser eliminada através de um investimento em controladores de bombas para uma gestão de pressão eficaz. Isto permite reduzir custos a longo prazo, também em relação à assistência, e reduz o consumo de energia.

O mesmo se aplica à utilização de válvulas na rega por aspersão. A utilização de uma bomba de velocidade variável e de um sensor de pressão no pivot seria uma abordagem muito melhor, pois o sensor permite o ajuste automático do desempenho da bomba aos requisitos do pivot. Assim, é garantida uma maior uniformidade de rega, mantendo os custos energéticos reduzidos. Um controlador de bomba oferece a vantagem adicional de proteger a bomba de funcionamento em seco ou de irregularidades na alimentação eléctrica, prolongando a vida útil do equipamento.

As subidas e descidas do nível da água no subsolo e nas águas de superfície condicionam as especificações de um sistema de bombeamento, visto estas mesmas variações alterarem a altura manométrica da bomba. Uma bomba sem variação de velocidade dimensionada para captação a partir do nível mínimo consumirá energia desnecessária quando captar água a níveis superiores.

Uma bomba de velocidade variável, por outro lado, é capaz de regular a respectiva altura manométrica e o caudal para compensar as alterações no nível da água, reduzindo o consumo energético.



Fotografia 5 - Aplicações de bombas na rega agrícola

CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE REGA MODERNO

Devemos começar a olhar para as aplicações específicas na rega sob uma nova perspectiva, o que significa, por exemplo, que temos de ter em conta a aplicação quando desenvolvemos um sistema de rega. As bombas têm de estar também mais integradas no resto do sistema de rega. Isto significa que a bomba deve ser concebida para ser compatível com o resto do equipamento de rega, ou o equipamento de rega deve ser concebido para ser compatível com a bomba.

A abordagem actual, que implica instalar simplesmente uma bomba capaz de fornecer sempre mais água do que a necessária, acaba por desperdiçar dinheiro e energia. Regressando à nossa comparação da bomba a um motor: a compra **à posteriori** de um motor sobredimensionado para colocar no seu carro acabará por tornar-se dispendiosa, sem qualquer garantia de deslocações confortáveis ou com baixo consumo de combustível!

Transfira este raciocínio para um sistema de rega, no qual a bomba tem de fazer mais do que simplesmente alimentar as tubagens de água para ser eficiente. Adicionar conversores de frequência, por exemplo, melhora a eficiência da captação de águas subterrâneas ao bombear directamente para um sistema de rega. A captação e distribuição de águas de superfície pode ser melhorada através da utilização de sistemas de pressurização multi-bombas e os sistemas de monitorização e controlo salvaguardam o caudal de água, protegendo a bomba contra o funcionamento em seco, de falhas no motor ou irregularidades na alimentação eléctrica.

Todos estes elementos devem ser totalmente integrados na concepção para proporcionar as vantagens que um sistema de bombeamento para rega moderno tem para oferecer ao agricultor. A manutenção da pressão e caudal correctos nas tubagens e no bocal significa mais água por kWh e poupanças em termos de energia, que constitui um dos elementos de maior custo na agricultura.

Já referimos a importância de manter a pressão constante num sistema de rega por pivot. Isto torna-se bastante relevante se o pivot estiver equipado com um canhão de rega ou talvez até um sistema de rega de cantos. Ao chegar ao canhão de rega ou ao sistema de rega de cantos, a pressão na tubagem principal do pivot desce, o que afectará a uniformidade da rega.

A solução é substituir a bomba principal do pivot por uma bomba de velocidade variável que reagirá imediatamente à queda de pressão nas proximidades de um canhão de rega ou de um sistema de rega de cantos. Numa configuração destas é possível manter a mesma pressão exacta em todos os aspersores, garantindo um elevado grau de uniformidade.

SOLUÇÕES COMPLETAS À MEDIDA DE QUALQUER APLICAÇÃO

O desenvolvimento acima descrito demonstra a necessidade de reflectir atentamente sobre todo o sistema de rega e a integração de cada componente da aplicação. Isto requer experiência, conhecimento e a capacidade de acompanhar a água desde a fonte até à cultura - desde a captação da água, até ao tratamento das águas e distribuição para a aplicação de rega, tudo cuidadosamente monitorizado e regulado durante todo o percurso.

A agricultura moderna exige uma compreensão mais abrangente da integração de componentes e o sistema deve assegurar que o agricultor consegue conciliar consumo de energia e abastecimento de água, especificamente através do isolamento de áreas onde é possível obter poupanças, gerando um aumento do lucro por hectare.

Não se trata de um exercício que possa ser realizado isoladamente; é necessário adicionar à equação todas as condições locais relevantes, como as condições do solo, a cultura, a topografia e os padrões meteorológicos. Desta forma, o controlo da bomba, incluindo a monitorização e gestão inteligentes, é o caminho para o futuro.

A poupança energética é possível - e substancial. A vantagem adicional para o agricultor, além de custos de funcionamento inferiores, é o facto de a água ser fornecida à cultura com maior precisão, resultando numa melhor colheita, num aumento da rentabilidade e numa melhor gestão da água, garantindo uma agricultura sustentável no futuro.



HIDRENKI – SISTEMAS DE CONTROLO E TRATAMENTO DE FLUIDOS, LDA

APRESENTAÇÃO

A palavra HIDRENKI foi criada a partir da junção dos termos Hidro (abreviatura de hidráulica) e Enki (Deus das águas subterrâneas da mitologia sumero-babilónica). Este termo exprime a essência da nossa empresa ao associar a tecnologia mais avançada na gestão, controlo e tratamento de fluidos á força e ao poder de uma divindade mitológica.

A HIDRENKI foi criada em Janeiro de 2007, tendo resultado da vontade do grupo industrial Vicente Canales e de uma equipa de profissionais especializados, com larga experiência no mercado português.

Conta com várias representações de produtos de elevado prestígio, entre os quais destacamos os seguintes:

- Filtros STF – Todo o tipo de sistemas de filtração, sendo de ressaltar os vários modelos de filtros de malha automáticos.
- Válvulas hidráulicas Bermad – Fabricante israelita de grande prestígio e presente em todo o mundo.
- Vican – Empresa especializada em fabrico de comportas, juntas de desmontagem e de dilatação, reservatórios hidropneumáticos e acessórios especiais em aço.
- Motorola – Sistemas de telegestão para redes hidráulicas.

Representamos ainda injectores da Injecta e da Teffen bem como vários outros produtos para rega e águas potáveis.

Os principais mercados de actuação da Hidrenki são as grandes obras de infra-estruturas de perímetros para rega (EDIA e DGADR), obras de distribuição de águas potáveis (Grupo AdP e serviços de águas) e infra-estruturação de rega á parcela (agricultura de regadio).

A Hidrenki tem efectivamente uma forte presença nos vários perímetros de rega que se vão criando de norte a sul do país, com especial destaque para o Alqueva e para os vários perímetros realizados pela Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.

Temos executado várias Estações Elevatórias “chave-na-mão” onde todas as partes hidromecânicas são instaladas por nós, sendo o fabrico do aço também de nossa responsabilidade.

Para este tipo de obras temos também forte presença no fornecimento dos hidrantes de rega, câmaras de válvulas, válvulas hidráulicas de controlo, estações de filtração, comportas, reservatórios hidropneumáticos e sistemas de telegestão.

No abastecimento de água potável fornecemos essencialmente válvulas hidráulicas, juntas de desmontagem e juntas de dilatação.

Estamos situados em Santarém, ponto geográfico central no nosso país, o que nos permite estar sempre próximos dos nossos clientes.

A HIDRENKI, graças á localização e eficácia do seu trabalho, tem vindo a desenvolver-se de uma forma extremamente sustentada, crescendo ano após ano e sendo hoje em dia uma empresa de referência no seu sector.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

DESIGNAÇÃO	DONO DE OBRA	CLIENTE	MATERIAL
Rede de rega do bloco sul do vale da Vilariça	DGA de Trás-os-Montes	Etermar / Sopúblicas	Hidrantes, Bermad Est. Filtração, STF
Rede de rega da albufeira do Pisão	EDIA	Soares da Costa	Hidrantes, Bermad Peças em aço rede de rega, Vican
Rede de rega de Cuba Este	EDIA	Spie	Peças em aço da Elevatória, Vican Peças em aço rede de rega, Vican Hidrantes, Bermad
Estação Elevatória do Pedrogão – Margem Esquerda	EDIA	Efacec	Filtros, STF Juntas de desmontagem, Vican Válvulas hidráulicas, Bermad
Rede de Rega de Orada-Amoreira	EDIA	Efacec	Hidrantes, Bermad Peças em aço rede de rega, Vican
Estação Elevatória de Brinches	EDIA	Efacec	Juntas de desmontagem, Vican
Rede de rega de Brinches-Enxoé	EDIA	J.J. Tomé	Peças em aço da Elevatória, Vican Peças em aço rede de rega, Vican Reservatórios hidropneumáticos, Vican
Rede de Rega da Capinha	DGADR	Soares da Costa	Hidrantes, Bermad Filtros, STF
Rede de Rega de Ferreira, Figueirinha e Valbom	EDIA	Monte Adriano/Hagen	Hidrantes, Bermad Peças em aço rede de rega, Vican Telegestão, Motorola
Conduta de adução á cidade do Porto	Águas do Douro e Paiva	MRG/Oikos	Juntas de dilatação, Vican

Estação Elevatória de Serpa	EDIA	Spie	Peças em aço da Elevatória, Vican Juntas de desmontagem, Vican
Rede de rega de Alfundão	EDIA	DST/Isolux	Peças em aço da Elevatória, Vican Juntas de desmontagem, Vican Peças em aço rede de rega, Vican Hidrantes, Bermad Ventosas, Ari
Abastecimento de água a Ramalde	Águas do Douro e Paiva	Lúcio Miranda, Lda	Válvulas hidráulicas, Bermad
Circuito hidráulico de Odivelas	EDIA	Monte Adriano	Peças especiais em aço, Vican Comportas, Vican Grupos de bombagem, Grundfos Ventosas, Ari
Depósitos Porto de Roterdão	Porto de Roterdão	SMM	Filtros automáticos, STF
EDP	Barragem de Belver	Metafluidos	Válvulas hidráulicas, Bermad
Rede de Rega de Loureiro-Alvito	EDIA	Monte Adriano	Peças em aço da Elevatória, Vican Juntas de desmontagem, Vican Peças em aço rede de rega, Vican Hidrantes, Bermad Ventosas, Ari Telegestão, Motorola
Abastecimento de água	Águas do Cávado	Lúcio Miranda, Lda	Válvulas hidráulicas, Bermad
Abastecimento de água a Montargil	C. M. Ponte de Sôr	J. P. Serras, Lda	Válvulas hidráulicas, Bermad
Abastecimento de água a Seia	Águas do Zêzere e Côa	Hidrolink, Lda	Válvulas hidráulicas, Bermad



Fotografia 1 - Estação Elevatória de Alfundão



Fotografia 2 - Estação Elevatória de Loureiro-Alvito



Fotografia 3 - Sistema de Telegestão Motorola – Rede de Rega de Ferreira, Figueirinha e Valbom



Fotografia 4 - Hidrante Bermad – Rede de Rega de Ferreira, Figueirinha e Valbom



Fotografia 5 - Câmara de Válvulas – Rede de Rega de Cuba Este



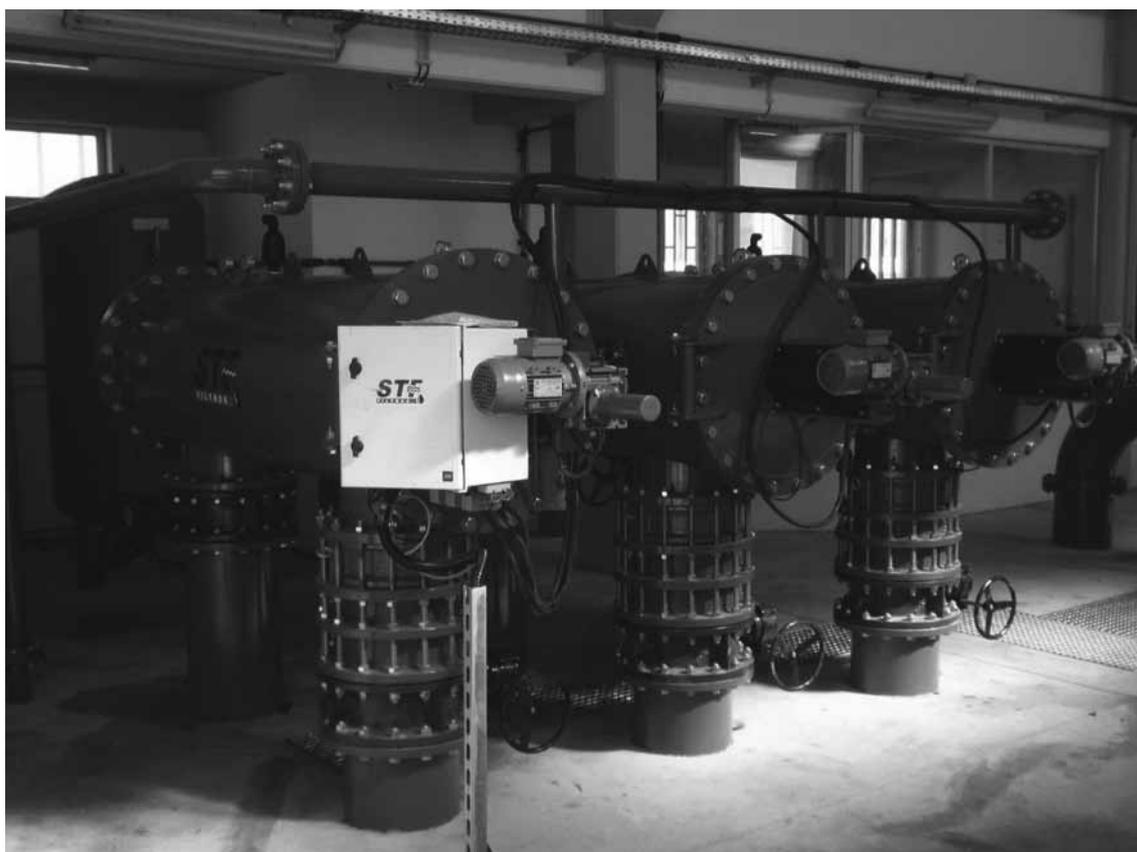
Fotografia 6 - Junta de Dilatação + Junta de Desmontagem – Águas do Douro e Paiva



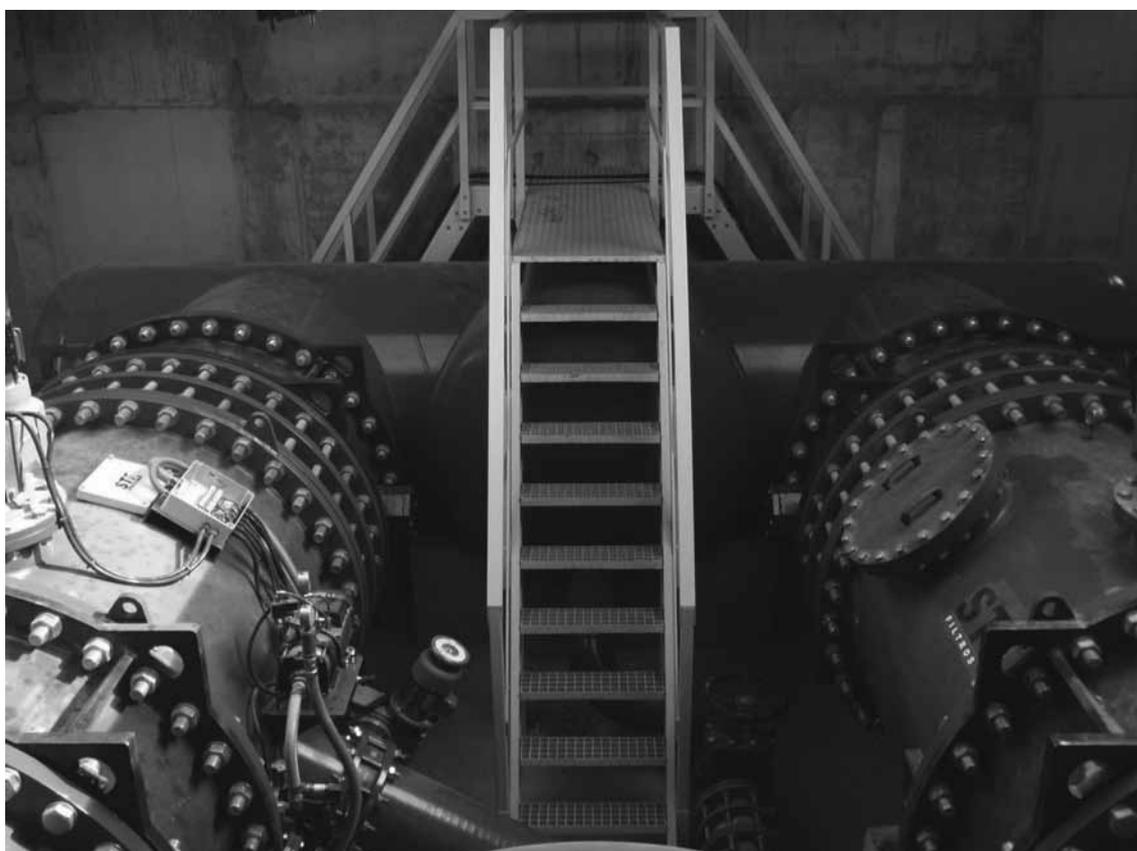
Fotografia 7 - Estação de Filtração STF (Série FMA2000 + Areia) – Rede de Rega do Vale da Vilarica



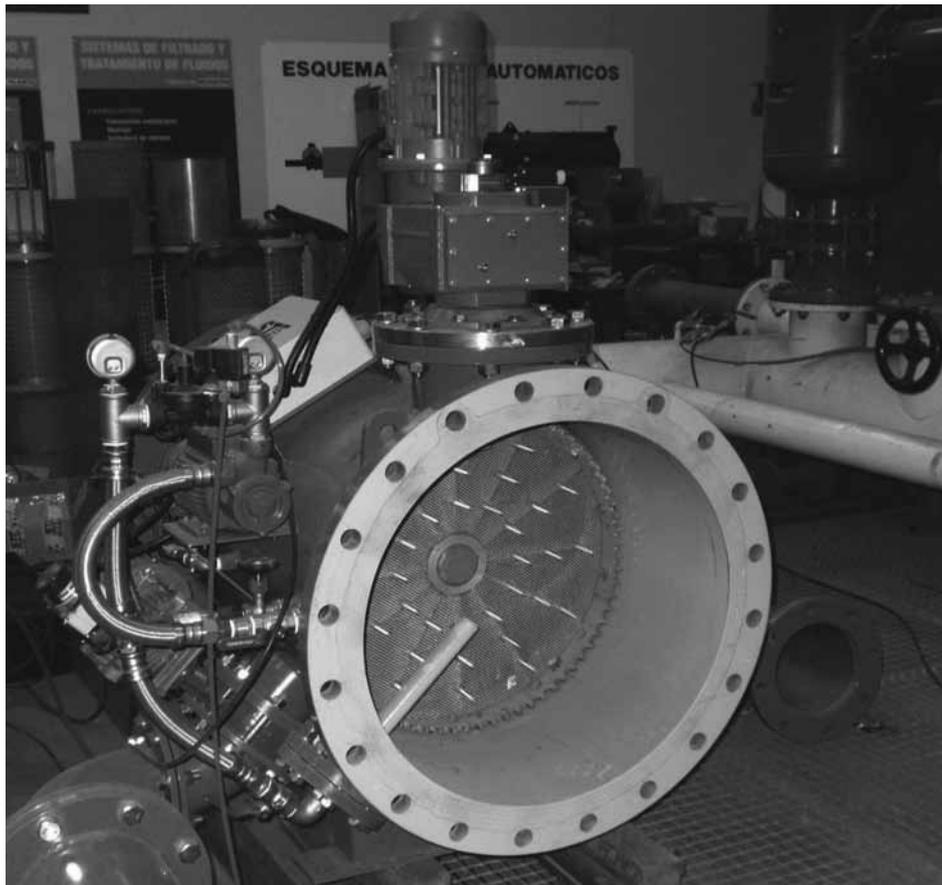
Fotografia 8 - Estação de Filtração STF (Série FMA2000 + Areia) – Rede de Rega do Vale da Vilarica



Fotografia 9 - Estação de Filtração STF (Série FMA2000) – Estação Elevatória de Alfundo



Fotografia 10 - Estação de Filtração STF (Série FMA6000) – Rede de Rega de Alfundo



Fotografia 11 - Filtro FMA6000



Fotografia 12 - Filtro STF (Série FMA1000) – Sistema de Rega Herdade das Cortes de Cima



Fotografia 13 - Sistema de Filtração STF (Série FMA9000) – Rede de Rega de Loureiro-Alvito



Fotografia 14 - Tomadas de Água Flutuantes (Obra Vican) – Barragem de Mequiñenza (Espanha)



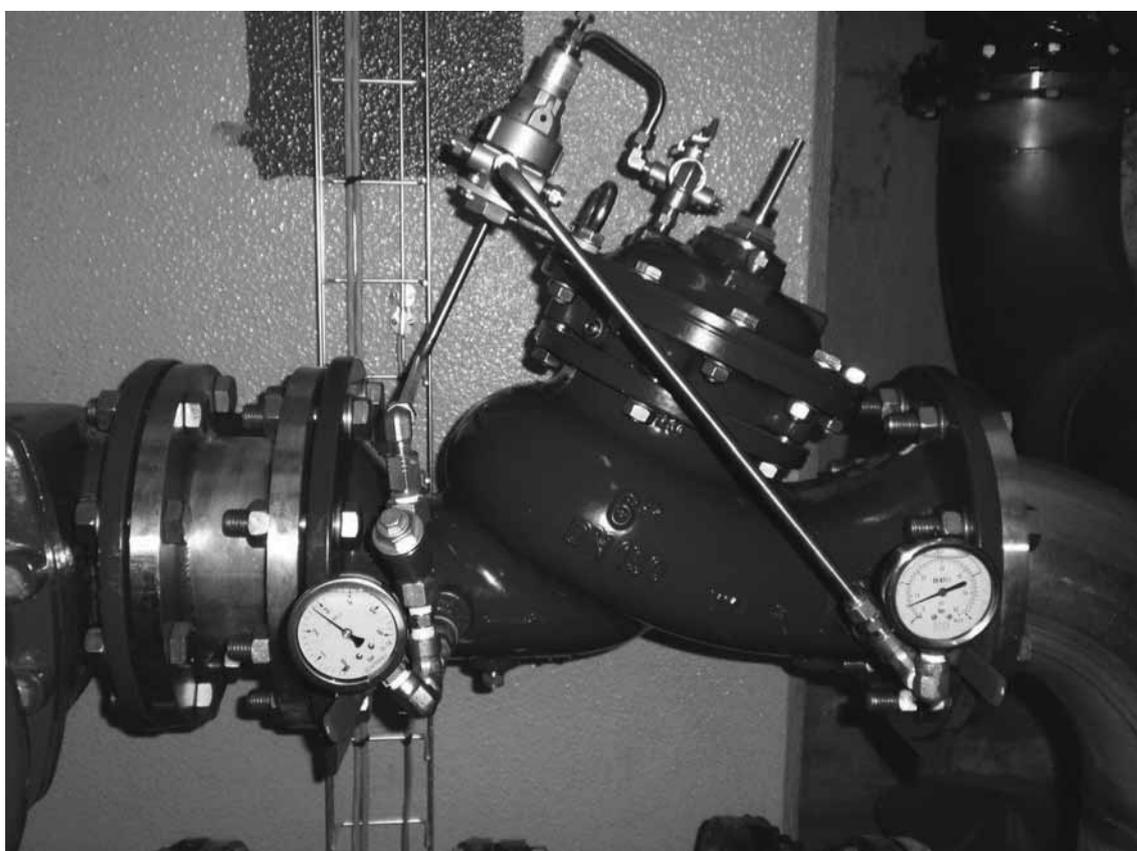
Fotografia 15 - Peças Especiais da Vican – Estação Elevatória de Brinches Enxóé



Fotografia 16 - Instalação de conduita em aço carbono – Rede de Rega de Brinches-Enxóé



Fotografia 17 - Reservatórios Hidropneumáticos – Estação Elevatória de Brinches-Enxoé



Fotografia 18 - Válvula Limitadora de Caudal Bermad – Águas do Douro e Paiva

FICHAS TÉCNICAS PRODUTOS

Hidrômetros - Bermad

Funções:

- Medição de caudal
- Regulação de pressão
- Limitação de caudal
- Controlo remoto (electroválvula opcional)
- Sustentação de pressão (opcional)
- Emissão de impulsos

Modelos:

- Vários da série 900

Dimensões:

- DN50 a DN250

Filtros - STF

Funções:

- Filtração a vários níveis (25 a 1500 micrones)

Tipo de Filtros:

- Malha
- Areia
- Anéis

Modelos de filtros de malha automáticos:

- FMA 1000; FMA 2000; FMA 3000; FMA 5000; FMA 6000; FMA 9000; FMA 10000

Dimensões:

- DN50 a DN3000

Juntas de desmontagem - Vican

Funções:

- Permitir a montagem/desmontagem de válvulas e outro tipo de acessórios

Modelos:

- SBJP
- DBJT

Dimensões:

- DN50 a DN3000

Válvulas de hidráulicas de controlo - Bermad

Funções:

- Controlo de pressão
- Limitação de caudal
- Sustentação de pressão
- Anti-golpe de aríete
- Anti-inundação
- Controlo de nível
- Alívio rápido
- etc.

Modelos:

- Série 700
- Série 400
- Série 100

Dimensões:

- DN20 a DN1000

Comportas - Vican

Funções:

- Limitar ou impedir a passagem de água

Modelos:

- Canal
- Vagão
- Ensecadeira
- Mural

Dimensões:

- Várias

Acessórios especiais em aço - Vican

Funções:

- Derivações, reduções, etc

Modelos:

- Tês
- Curvas
- Derivações
- Etc

Dimensões:

- Várias



PREBESAN – PRÉ-FABRICADOS DE BETÃO DE SANTARÉM, LDA

APRESENTAÇÃO

PERÍODO 1980 – 1989

Obras de Referência do período:

- Troço Intermédio do Adutor Castelo do Bode – Lisboa
- Conduatas Industriais (adutor Soporcel; Central Termoelétrica de Sines)

Face à necessidade de garantir o abastecimento de água a Lisboa e zonas limítrofes quer em quantidade quer em qualidade, a EPAL lançou em 1979 o concurso para a construção do Troço Intermédio do Adutor do Castelo do Bode – Lisboa, numa extensão de cerca de 80 km e tubagem DN 1.800 mm.

O concurso foi ganho pelo consórcio luso-espanhol CORSAN-TYPSA-SOPOL (CTS), tendo o consórcio decidido construir uma fábrica em Almoster (Santarém) para a produção dos tubos necessários à construção do adutor de água. A escolha de Almoster ficou a dever-se à existência de terrenos propícios a uma fábrica de grande dimensão e situarem-se cerca do centro de gravidade da obra. Entre 1980 e 1985 a empresa dedicou-se em exclusividade à produção dos cerca de 10.300 tubos DN 1.800 mm, cada um com 7 m de comprimento, em tubagem pré-esforçada com alma-de-aço, produto inovador em Portugal na época.

Após a conclusão das obras do Adutor do Castelo de Bode, a fábrica ficou propriedade da consorciada portuguesa SOPOL, que deu continuidade à unidade fabril para a produção do mesmo tipo de tubagem. As principais obras executadas nestes anos foram o abastecimento de água à Soporcel, na Figueira da Foz (conduatas com 6.000 m, DN 1.800 mm) e o adutor Funcho – Franqueira, em Silves (conduatas com 6.700 m, DN 2.500 mm).

PERÍODO 1990 – 1999

Obras de Referência do período:

- Regadio da Cova da Beira
- Reforço do Adutor do Castelo do Bode
- Abastecimento de Água ao Algarve

Em 1990, foi constituída a empresa PREBESAN, tendo a sociedade adquirido as instalações antes propriedade da SOPOL. A atividade principal foi redefinida para a produção de tubagens de betão para condutas de pressão e para saneamento e também outros pré-fabricados. Nesta década a empresa ampliou e modernizou as suas instalações fabris, apetrechando-a para a produção de tubagens de todos os diâmetros superiores a 600 mm, podendo atingir 6.000 mm.

Por outro lado, no início da década intensificou-se a construção das redes primária e secundária do projeto de Regadio da Cova da Beira, tendo a PREBESAN fornecido muitos quilómetros de tubagem entre os DN 600 e 2.500 mm, para vários dos perímetros de rega, obras que se vieram a prolongar até 2010.

Durante este período, foi também executado o reforço do abastecimento de água a Lisboa com origem na barragem do Castelo do Bode, obras estas (condutas com 30.000 m, DN 1.800 mm) que permitiram aduzir diariamente 750.000 m³ de água em vez dos 500.000 anteriormente aduzidos.

Nesta década e em virtude das necessidades de água no Algarve, induzidas significativamente pela Expo 98, foram lançados os concursos para execução das obras de adução de água ao Barlavento e Sotavento Algarvios, tendo decorrido em 1996 e 1997 a construção de grandes adutores (condutas com 80.000 m, DN 600 a 1.500 mm).

Para a produção das tubagens necessárias ao projeto de abastecimento de água ao Algarve a PREBESAN utilizou não só a sua fábrica principal de Almoster como manteve em funcionamento uma fábrica de tubos em Tavira, tendo para o efeito constituído uma nova sociedade, que se extinguiu após concluídas as obras no Algarve.

PERÍODO 2000 – 2009

Obras de Referência do período:

- Regadio da Cova da Beira
- Regadio do Alqueva

O início da década foi marcado por uma significativa redução de obras hidráulicas, o que provocou na PREBESAN uma redução da sua atividade industrial.

No entanto, a partir de 2002, a atividade da PREBESAN foi sempre crescendo até 2009, ano que representou para a empresa o ano de mais elevada faturação da sua história.

Os projetos hidráulicos que alimentaram este crescimento foram sobretudo redes de rega – Cova da Beira e Alqueva – tendo também peso significativo na faturação da empresa as tubagens para condutas industriais.

PERÍODO 2010 – 2012

Obras de Referência do período:

- Regadio do Alqueva
- Exportação

Um fato relevante no início da atual década é a redução drástica de obras hidráulicas em curso e execução, o que já foi fortemente sentido em 2010.

Devido a alterações internas, o capital social da empresa é atualmente 100% português.

Tendo em atenção vários pressupostos favoráveis, a PREBESAN constituiu em 2010 uma nova sociedade (TRANSAQUA) em parceria com empresários espanhóis, estando a fábrica situada em Montes Velhos, Aljustrel, destinando-se à produção de tubos pré-esforçados com alma-de-aço e estando vocacionada quer para fornecer tubagens para obras em Portugal quer para obras nos países do norte de África mais próximos de Portugal. Esta fábrica é considerada uma das mais modernas e inovadoras para a produção de tubagens para condutas em pressão.



Fotografia 1 - Vista da fábrica de Almoster



Fotografia 2 - Vista da fábrica de Montes Velhos

PRINCIPAIS RERERÊNCIAS

PRINCIPAIS OBRAS FORNECIDAS (POR TIPO)

ADUTORES

- **Troço Intermédio do Adutor Castelo do Bode – Lisboa**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1980, e mantiveram-se durante 4 anos, tendo constituído a maior obra hidráulica construída em Portugal.

A conduta, executada com tubos DN 1.800 mm tem 80.000 m de extensão, tendo sido duplicada em 1994, também com tubagem PREBESAN, em 5 tramos de 6.000 m cada um.



Fotografia 3 - Obras de Duplicação da conduta



Fotografia 4 - Montagem de tubos DN 1.800

- **Abastecimento de Água ao Barlavento e Sotavento Algarvios**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1996 e prolongaram-se por 1997.

As condutas, executadas com tubos com DN entre os 600 e 1.500 mm, têm cerca de 80.000 m de extensão e estendem-se de uma extremidade à outra do Algarve.



Fotografia 5 - Montagem de tubos DN 1.200



Fotografia 6 - Armazém de tubos junto a estrada

- **Projeto de Regadio da Cova da Beira**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1990 e prolongaram-se até 2010, tendo a PREBESAN fornecido tubagens para vários blocos de rega através de diversos empreiteiros adjudicatários.

As condutas executadas com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN entre os 600 e 1.600 mm, têm cerca de 47.340 m de extensão.



Fotografia 7 - Obras no Bloco de Belmonte



Fotografia 8 - Obras no Bloco de Escarigo

- **Projeto de Regadio do Alqueva**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 2000 com os primeiros fornecimentos para as obras da Infraestrutura 12 e têm-se prolongado até esta data, tendo a PREBESAN fornecido tubagens para diversas obras da rede primária e da rede secundária.

As condutas executadas com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN entre os 600 e 2.800 mm, têm cerca de 155.000 m de extensão.

Em função da quantidade de água a aduzir, as condutas construídas podem ter mais de uma linha de tubos. Na ligação da barragem dos Álamos à barragem do Loureiro está prevista a instalação de 4 linhas de tubos com DN 2.500 mm, estando neste momento instaladas e em funcionamento 2 linhas.



Fotografia 9 - Rede secundária DN 800



Fotografia 10 - Rede primária DN 2.500 - 3 linhas

CONDUTAS INDUSTRIAIS E MINI-HÍDRICAS

- **Condutas de Água de Refrigeração da Central Termoelétrica do Pego**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1991 aquando da construção dos grupos 1 e 2 da Central do Pego. Em 2008, e face à decisão de ampliar a Central com novos grupos geradores, a PREBESAN forneceu as tubagens e as peças especiais destinadas ao circuito de água de refrigeração destes grupos.

As condutas executadas com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN entre os 1.200 e 2.500 mm no Grupo 1 e 2, e com DN entre os 1.200 e 1.800 mm no Grupo 3 e 4 têm cerca de 4.000 m de extensão.



Fotografia 11 - Tubagens junto Torre de Refrigeração



Fotografia 12 - Tubagens do C.A.R do Grupo 3

- **Conduto de Água para a Central Térmica do Parque das Nações**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1996, e destinaram-se à execução da conduta de água entre o rio Tejo e a Central Térmica localizada na extremidade norte do Parque das Nações, onde é produzida a água quente e fria para produção do ar condicionado de toda o Parque das Nações. A montagem desta conduta em terrenos muito instáveis obrigou à utilização de processos construtivos especiais por forma a garantir longevidade à conduta.

A conduta executada com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN de 900 mm, tem cerca de 1.000 m de extensão.



Fotografia 13 - Conduta da Expo 98 DN 900



Fotografia 14 - Tubagens na Central de Bombagem

- **Mini-Hídrica de Catapereiro**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 2000, e destinaram-se à execução da conduta de água entre a barragem do Catapereiro e a central mini-hídrica localizada na margem esquerda do rio Douro, junto a Foz Coa. Dado que a conduta atravessava a Quinta do Vesúvio, célebre na produção de vinho do Porto, houve necessidade de minimizar os impactos da instalação, tendo sido proposto pela PREBESAN um processo de montagem com juntas mistas (flexíveis e de soldar) para evitar a construção de maciços, e que foi aceite pelos decisores.

A conduta executada com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN 1.400 mm, tem cerca de 7.700 m de extensão.

EMISSÁRIOS SUBMARINOS

- **Emissário Submarino de Vila Nova de Gaia**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 1991, e destinaram-se à execução da conduta de água de rejeição dos efluentes de Vila Nova de Gaia, depois de um tratamento secundário. O emissário de betão armado com alma-de-aço foi instalado usando a pendente natural do fundo do mar, tendo posteriormente sido amarrado por braçadeiras envolvendo o tubo e aparafusadas ao fundo marinho. A cabeça da conduta foi tracionada por um cabo de aço com cerca de 1.700 m, que invertia o sentido num maciço com roldana colocado no fundo do mar a 800 m de distância da praia

A conduta executada com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN 760 mm, tem cerca de 840 m de extensão.



Fotografia 15 - Zona inicial de instalação do emissário



Fotografia 16 - Sistema de amarração ao fundo do mar

- **Emissário Submarino de Albufeira**

Os fornecimentos para esta obra iniciaram-se em 2009, e destinaram-se à execução da conduta de drenagem de água pluvial e de efluentes de Albufeira, depois de tratamento primário. O emissário de betão armado foi instalado usando o processo de cravação a partir de um poço de ataque instalado na praia da cidade.

A conduta executada com tubagem fornecida pela PREBESAN, com DN 1.200 mm, tem cerca de 300 m de extensão. No seguimento da conduta de betão foi instalada a conduta de polietileno com cerca de 3.000 m de extensão e um difusor na extremidade.



Fotografia 17 - Conduita da Expo 98 DN 900



Fotografia 18 - Tubagens na Central de Bombagem

TUBAGEM PARA CRAVAÇÃO

- **Passagem sob o Rio Douro junto à Barragem de Crestuma**

O projeto de execução das redes de abastecimento de água do Sistema Águas do Douro e Paiva, previa a necessidade de passagem de uma conduita de DN 1.000 mm (em aço), da margem esquerda do rio Douro para a margem direita.

A opção escolhida para esse efeito foi a construção de uma conduita de betão armado com diâmetro adequado à passagem do adutor pelo seu interior, tendo sido escolhido o DN 1.800 mm e que tem uma extensão entre margens de 350 m.

A instalação desta conduita foi executada recorrendo ao processo de cravação, com tuneladora estanque, a cerca de 30 m de profundidade sob o rio Douro a jusante da barragem de Crestuma. Para a execução da obra foram abertos 2 poços com 30 m de profundidade e 10 m de diâmetro, tendo o poço de ataque ficado localizado na margem direita devido à facilidade de acesso dos tubos, e o poço de saída na margem esquerda do rio.

A principal dificuldade encontrada deveu-se ao aparecimento, por duas vezes, de calhaus rolados de dimensão tal que não eram triturados pela cabeça da tuneladora. Nessas ocasiões foi necessário parar a obra, pressurizar o habitáculo da tuneladora a 3 bar e retirar manualmente, por homem-rã, os calhaus, por uma escotilha aberta na frente da máquina.



Fotografia 19 - Local da instalação do túnel



Fotografia 20 - Poço de ataque



Fotografia 21 - Interior da conduita

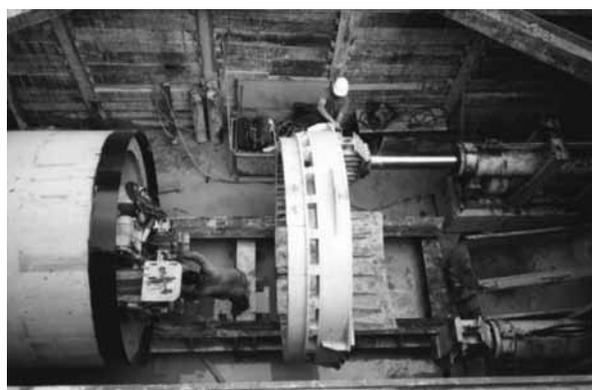
- **Passagem sob o IP2 em São Manços e em Monte Trigo**

A cravação de tubos é uma opção económica e muito prática sempre que é necessário passar condutas de água sob vias de comunicação que não podem ser interrompidas, como seja o caso de vias rápidas, auto-estradas, linhas de caminho-de-ferro, etc.

Esta solução tem sido utilizada inúmeras vezes em Portugal e sempre com sucesso. Em Lisboa, a obra mais significativa executada por este processo é a drenagem de águas pluviais da antiga FIL para o rio Tejo, passando a tubagem de cravar DN 1.800 mm sob a linha de caminho-de-ferro e todas as vias de comunicação da zona, sem que tenha havido qualquer perturbação na superfície, excetuando a rua onde se executou a abertura do poço de ataque.



Fotografia 22 - Passagem sob o IP2 em São Manços



Fotografia 23 - Passagem sob Av. da Índia (Lisboa)



A.B.CAIA – ASSOCIAÇÃO DE BENEFICIÁRIOS DO CAIA

HISTORIAL DA OBRA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CAIA

Identificação e Historial

Os primeiros estudos de uma albufeira do rio Caia teriam sido feitos já no ano de 1884 pela Comissão de Gestão da Água do Alentejo, revistos mais em pormenor cinquenta anos depois, entre 1933 e 1938, pela Autoridade Autónoma de Trabalhos Agrícolas, integrada mais tarde na Direcção dos Serviços Hidráulicos.

Em 1940 um artigo publicado na “Revista Agronómica” (Volume XXVIII, pag. 122 a 131) pugnou o Eng^o Agrónomo Lerenó Antunes Barradas pela realização do empreendimento podendo ser superior a 5 000 há.

Em Setembro de 1942 os representantes dos Grémios da Lavoura de Campo Maior e de Elvas e Casa do Povo de freguesias limítrofes fizeram uma exposição da qual foi informado pela Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola tendo merecido o despacho do Ministro das Obras Públicas no sentido de ser “assunto a considerar oportunamente”.

Em Dezembro de 1943, no 1^o Congresso Nacional das Ciências Agrárias o Eng^o Agrónomo Manuel Antunes Barradas também tratou da “Albufeira do Caia”.

Entretanto, em Setembro de 1958, a Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos apresentavam o projecto do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia, sobre o qual o Conselho Superior de Obras Públicas emitiu, em 11 de Dezembro de 1959, o seu parecer, de que também foi relator o Eng^o João Pedro da Costa.

Nos anos seguintes com vários projectos e negociações no Plano de Rega do Alentejo a 1^a fase foi, pois, praticamente iniciada em 1963, ano em que se verificou o lançamento das principais empreitadas para construção de elementos da Obra de Rega dos Campos do Caia que culminou com a inauguração em 1967.

A construção da Barragem do Caia teve como objectivo o fornecimento de água à agricultura substituindo a monocultura cerealífera, com irregularidade na produção devido à dependência da adversidade climática com chuvas no Outono/Inverno e ausência das mesmas na Primavera/Verão, por culturas de regadio com elevadas e mais regulares produções e com um positivo impacto sócio económico eliminando grandes crises cíclicas de emprego rural e decisiva fixação das populações contribuindo definitivamente para o desenvolvimento rural evitando a desertificação de grandes áreas.

Acrescentamos o fornecimento de água às populações dos concelhos de Elvas, de Campo Maior, de Arronches, de Monforte e respectivas freguesias dando resposta ao aumento da população, de novos hábitos de higiene, de novas construções nestes centros urbanos, já que eram deficitários nas necessidades de água com captações subterrâneas.

A gestão foi entregue, por Auto de Entrega a 3 de Julho de 1970 depois de constituída, em Escritura Pública a 9 de Março de 1968, à Associação de Regantes e Beneficiários do Caia posteriormente com o nome de Associação de Beneficiários do Caia conforme Escritura Pública de 29 de Setembro de 1998 e reconhecimento de Pessoa Colectiva de Direito Público a 17 de Novembro de 1988 em Diário da República nº. 266 II Série.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

1) Caracterização

- 1.1 – Localiza-se nas margens do rio Caia e esquerda do rio Guadiana na zona internacional com Espanha.
- 1.2 – Dados Hidrológicos
 - 1.2.1 – Precipitação efectiva.....676,7 m/m
 - 1.2.2 – Precipitação eficaz.....138,6 m/m
 - 1.2.3 – Deficit de escoamento.....508,0 m/m
 - 1.2.4 – Coeficiente de escoamento.....0,214
 - 1.2.5 – Caudal integral.....79.134,4010-6
 - 1.2.6 – Afluência média.....60,910-6
 - 1.2.7 – Ponta da máxima cheia.....1080 m3/s
- 1.3 – Albufeira
 - 1.3.1 – Bacia hidrográfica.....571 km2
 - 1.3.2 – Área inundada.....1970 ha
 - 1.3.3 – Nível de máxima cheia (NMC).....233,90m – 211,38610-6
 - 1.3.4 – Nível pleno de armazenamento (NPA).....233,50m – 20,377010-6
 - 1.3.5 – Cota de descarga.....233,10m – 196,15410-6
 - 1.3.6 – Capacidade morta.....10,710-6
- 1.4 – Barragem
 - 1.4.1 – Composição por troços de terra e de betão respectivamente com desenvolvimentos de 450m sobre o encontro esquerdo e 499m com 25 contrafortes.
 - 1.4.1.1 – Descarregadores de superfície
 - Cota da soleira..... 229,50m
 - Capacidade máxima.....430m3/s
 - Comportas.....2x10x4 m
 - 1.4.1.2 – Descargas de fundo
 - Cota máxima de soleira.....195,40m

- Capacidade máxima.....	59m ³
- Diâmetro da conduta.....	2m
1.4.1.3 – Tomada de água	
- Cota máxima da soleira.....	210m
- Capacidade máxima.....	8,51m ³ /s
- Diâmetro da conduta.....	2m
1.4.2 – Desenvolvimento de coroamento.....	949m
1.4.3 – Altura.....	45m

1.5 – Estações Elevatórias

Grupos	Estação Elevatória Carrascal	Estação Elevatória Vale Morto
Numero de grupos	3	3
Potência dos motores	2x30 cv	2x110 cv
	1x20 cv	1x60 cv
Caudal Nominal das bombas	2x120 l/s	2x370 l/s
	1x60 l/s	1x180 l/s
Altura manométrica	11,5m	16,5m

1.6 – Canais, Distribuidores e Regadeiras

1.6.1 – Rede primária

	Desenvolvimentos (m)	Áreas dominadas (ha)	Caudais (m ³ .l/s)
Canal condutor geral	6500	20	8,510
Canal de Elvas	22 900	4 460	5,130
Canal de Campo Maior	11 100	2 920	3,360
Somas.....	40 500	7 400	

1.6.2 – Rede secundária

- Com origem no canal de Elvas

	Desenvolvimentos (m)	Áreas dominadas (ha)	Caudais (m ³ .l/s)
Distribuidor das Barrancas	490	290	0,340
Distribuidor do Carrascal	2 212	195	0,230
Distribuidor da Comenda	1 992	380	0,440
Distribuidor da Fronteira	4 244	816	0,940
Distribuidor da Gramicha	4 096	79	0,370

- Com origem no canal de Campo Maior

Distribuidor da Godinha	6 575	614	0,710
Distribuidor da Madrugueira	682	168	0,200
Distribuidor de Campo Maior	13 288	580	0,670
Somas.....	33 579	3 122 (*)	

(*) Incluindo áreas comuns

1.6.3 – Regadeiras

	Desenvolvimentos (m)	Áreas dominadas (ha)
Canal condutor geral	1 447	20
Canal de Elvas	56 031	2 589
Distribuidores do canal de Elvas	30 177	1681
Canal de Campo Maior	45 498	1 475
Distribuidores do canal de Campo maior	31 479	1 362
Somas.....	164 632	7 127 (*)

(*) Incluindo áreas comuns.

1.7 – Desenvolvimento dos colectores de enxugo = 40,7 km

Colector do Vale Morto	5 447 m
Colector dos Foros da Godinha	8 067 m
Colector da Godinha	11 284 m
Colector de D. Joana	3763 m
Colector do Melo	3 118 m
Colector da Comenda	1 968 m
Colector das Caldeiras	1 683 m
Colector do Monte do Campo	2 443 m
Colector de Alagada a D. Joana	2 938 m

SOLOS

Predominam os solos mediterrâneos pardos para-hidromórficos de arenitos ou conglomerados argilosos ou argilas (Pag) – com 36,1% de área total, seguido-se lhes os aluviosolos modernos e antigos não calcários de textura mediana (At,A) com 7,5% de área total, solos hídromórficos para – aluviosolos de textura mediana ou pesada (Ca,Caa), com 4,5% de área total, solos mediterrâneos pardos para – barros de margas ou calcários ou margosos (PAC) com 10,8% de área total e solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de “rañas” ou depósitos afins (Sr) com 2,4% de área total, seguindo-se a restante área com outros vários tipos de solos (20) sem representatividade.

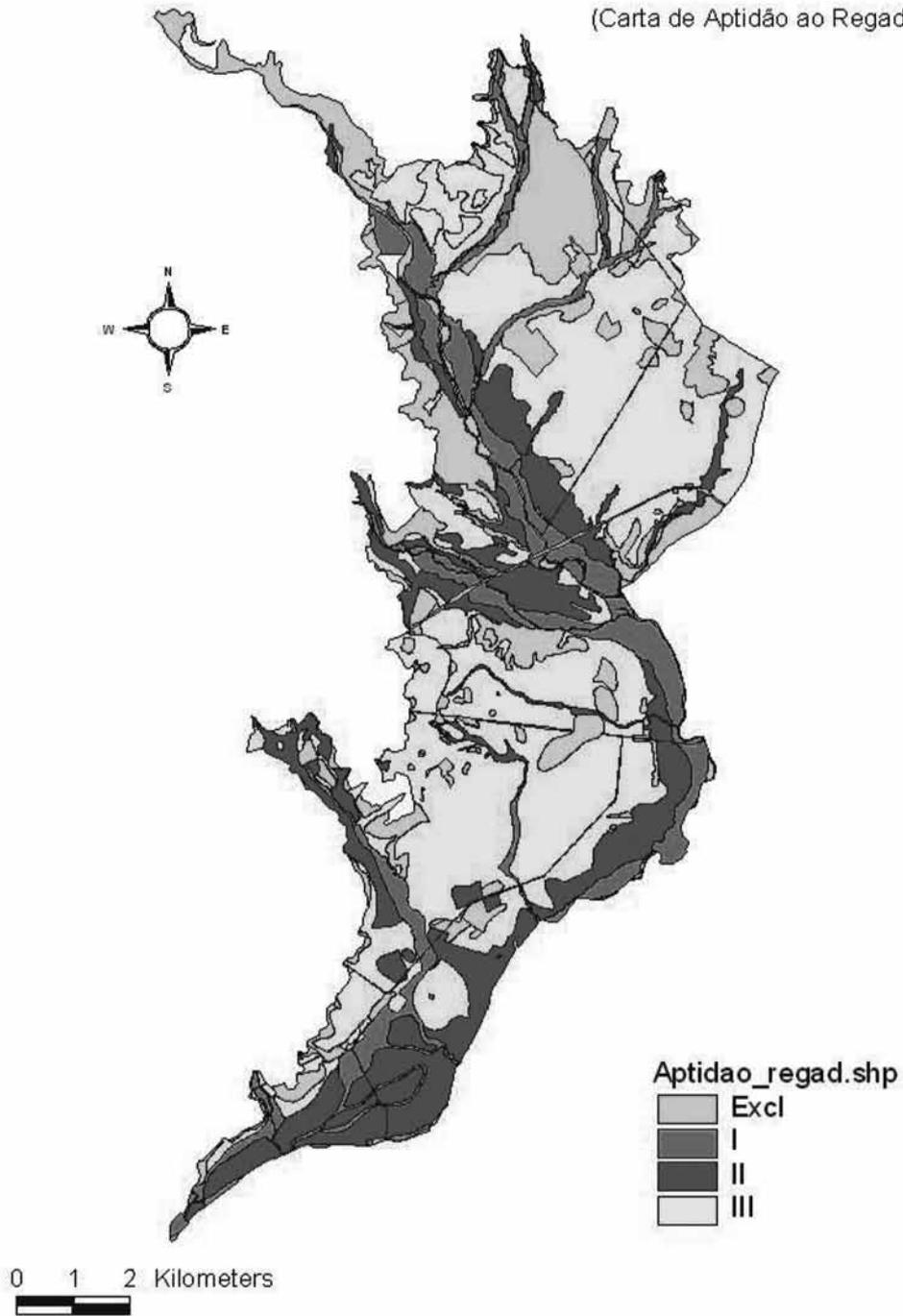
Como consequência predominam, quanto á aptidão para o regadio, os solos de classe III (62%), de classe II (23%) e os de classe I (15%).

Sintetizando os solos caracterizam-se por ordem decrescente de qualidade em três categorias principais:

- pelas **várzeas com alta produtividade, textura franco arenosa, ótimo coeficiente de infiltração, boa drenagem e profundos nas várzeas do rios Caia, Guadiana e afluentes da ribeira do Caiola e ribeiro da Lã;**
- pelos barros vermelhos calcários com textura franco argilosa, bom coeficiente de infiltração, normal drenagem e bastante profundidade á excepção de pequenas manchas de afloramentos de rocha mãe devido á erosão e antigas técnicas de mobilização dos terrenos para sementeiras essencialmente cerealíferas;
- por ultimo e em zonas na margem esquerda do rio Caia com ligeira textura, baixa taxa de infiltração, de eficiente drenagem condicionando a instalação de culturas tais como luzerna.

APROVEITAMENTO HID. DO CAIA

(Carta de Aptidão ao Regadio)



ESTRUTURA FUNDIÁRIA

É variável e projecta-se da pequena propriedade em maior número com menos área para a grande propriedade em menor número com mais área.

MANUTENÇÃO, REABILITAÇÃO E MELHORIA DE INFRAESTRUTURAS

A concepção da Obra assenta no fornecimento de água por gravidade originando enorme ocupação de mão de obra no período onde a crise de desemprego era mais acentuada criando oportunidade de milhares de trabalhadores terem ocupação digna, nomeadamente em cinco concelhos limítrofes, muitos deles incorporados nas duas unidades fabris instaladas no Perímetro de Rega e com actividade agro-alimentar à base de tomate, como cultura predominante, transformado em concentrado, em pelado, em ketchup e adoçamento de azeitona proveniente, esta, de área bastante considerada na região.

Posteriormente instala-se a cultura de arroz por agricultores oriundos de zonas com experiência desta cultura, inexistente nesta zona à excepção de uma pequena área nas várzeas do Guadiana e antes da construção da Barragem.

Esta foi a caracterização da que poderíamos chamar a primeira década já que a partir do ano de 1975 com a evolução dos salários, a diminuição da mão de obra e as dificuldades na exportação dos produtos derivados do tomate, com cultura predominante após a inauguração do regadio no ano de 1967, criou-se a necessidade de culturas alternativas já parcial ou totalmente mecanizadas como as do girassol e as do milho em que o arroz já evoluindo para novas tecnologias, principalmente de sementeira, conseguiu por mais algum tempo e enquanto se não se ressentiu das baixas produções em solos menos capacitados, devido à textura e horizontes de alguns solos para a referida cultura.

É neste período que podemos considerar o segundo, que se desenvolve a electrificação rural tornando mais viável a aplicação das já conhecidas técnicas de regadio com fornecimento de água sob pressão às culturas, com economicidade de água, aumento de produtividade, superando, em parte, a falta de mão de obra, diminuindo os custos de exploração e aumentando a respectiva competitividade.

Com a concepção da obra ultrapassada a Associação de Beneficiários do Caia, como gestora, atenta á recente evolução e dar respostas às culturas alternativas de Outono/Inverno não só projectou no ano de 1991 a modernização de todo o perímetro de rega para fornecimento de água, às culturas, sob pressão como, para aproveitamento de energia endógena à saída da Barragem, iniciou o estudo da instalação de uma Central Hidroeléctrica que viria a ser inaugurada no ano de 1992 pelo Sr. Ministro da Industria e Energia Sr. Eng. Luís Mira Amaral, da Agricultura Sr. Dr. Arlindo Marques Cunha e do Sr. Secretário de Estado dos Recursos Naturais o Sr. Eng.º António Manuel Taveira da Silva, com a potência instalada de 600 kw e energia produtiva média anual de 1 500 MWh e de um sistema de automação com regime de exploração tipo abandonado com telecomando a partir da sede e cujo somatório de caudais pedidos são introduzidos numa tabela de caudais horários no software informático específico de comunicação e controle da Central Hidroeléctrica que processa os valores, faz a gestão da água a sair da Barragem e quais os turbinados e os libertados pela bateria de módulos (medidores de caudais).

Como sucessão de este tipo de controlo foram instalados equipamentos de telegestão nas duas estações elevatórias existentes e nas saídas de água dos dois canais principais, de Elvas e Campo Maior, para os respectivos Distribuidores (canais secundários).

Independentemente destas inovações que facilitavam a gestão de caudais e resposta mais rápida a potenciais avarias nos circuitos de distribuição de água às parcelas mantinha-se a degradação dos canais implicando elevados custos de manutenção e conservação dos mesmos e inibindo o fornecimento de água á culturas de Outono/Inverno nomeadamente, beterraba, hortícolas, pomares, olivais, cereais e outros.

Para dar resposta a este problema e após estudar algumas soluções optou-se por impermeabilização total da rede permitindo o fornecimento de agua durante dez a onze meses e não durante sete meses, com reduzíssemos custos de manutenção e conservação, menores perdas de água e de proliferação de algas.

Paralelamente a este processo de inovação e porque o fornecimento de água continuava a ser de acordo com a concepção da obra, ou seja, por gravidade alguns utentes do perímetro de rega construíram pequenos reservatórios de água nos seus prédios rústicos e a partir daqueles instalaram sistemas privados de rega sob pressão, sem desperdício de água, tais como pivots, aspersores, e gota a gota, já que os horários da Associação se mantinham e mantém fixos durante os períodos de dia, da noite e continuo sem retorno no caso da não utilização após o pedido no dia anterior para o dia seguinte.

INOVAÇÃO NA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE CANAIS



1 Fim de Campanha antes de Impermeabilizar



2



3



4



5



6 Fim da Campanha depois de impermeabilizar

Estes pedidos são feitos pelos utentes diariamente ao funcionário da zona que os regista numa unidade móvel, projecto desenvolvido pela Escola de Tecnologia e Gestão inserido no Instituto Politécnico de Portalegre, e enviados pelo GSM para uma unidade central onde são tratados numa base de dados e introduzidos no processo de automação da Central Hidroeléctrica.

Como é óbvio todo o sistema com controlo a montante e de fornecimento gravítico continua a ter perdas senão para o utente sim para os terminais dos dez canais condutores de água com incidência nas reservas hídricas da Barragem.

Para minimizar esta situação tornou-se uma realidade a concretização da obra de um bloco de rega sob pressão, com uma área de 1 100 ha, na zona terminal do regadio no canal de Elvas onde as irregularidades de caudais eram mais significativas e se perdiam no respectivo terminal maiores volumes de água por cada campanha de rega.

Passadas que fora três épocas bem distintas na exploração da Obra do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia e políticas definidas com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia no relativo a quotas de produção e preços da mesma verificou-se, neste último período de exploração, uma mutação na ocupação dos solos com recessão nas culturas anuais tradicionais como milho, tomate, girassol, cereais, a favor de culturas perenes, olival e pomar.

Ocupação média anual da área regada e culturas predominantes

Períodos	%	Tipo de Rega	Culturas Dominantes	Dotações de Rega m ³ /ha	Unidades Fabris	Controlo
1ª década 1969/1978	54	Gravítica	- Tomate	6 000	2	Manual
2ª década 1979/1988	51	Gravítica	- Tomate - Arroz	6 000 14 000	1	Manual
3ª década 1989/2008	74	Gravítica e Pressão	- Milho - Girassol - Tomate - Beterraba	8 500 3 000 6 000 7 000	—	Telegestão e Manual
4ª período 2009/2011	74	Pressão e Gravítica	- Olival - Milho - Tomate - Pomar - Hortas Indust.	3 000 8 000 7 000 8 000 3 000	—	Telegestão e Manual

ÁREA REGADA - ÁGUA CONSUMIDA - MÉDIA GERAL

MAPA VI - (1)

ANOS	ÁREA REGADA (Ha)	ÁGUA CONSUMIDA CULTURAS m ³	MÉDIA GERAL (m ³ /ha)
1969	4.540,0000	30.919.139	6.810
1970	4.150,0000	41.663.760	10.039
1971	4.349,0000	39.894.434	9.173
1972	4.824,0000	43.793.602	9.078
1973	5.277,0000	45.198.640	8.565
1974	3.614,0000	22.866.489	6.327
1975	3.471,5440	17.621.562	5.076
1976	2.777,5080	7.262.367	2.615
1977	3.544,4990	23.575.552	6.651
1978	3.268,6130	21.462.243	6.566
1979	3.165,2210	22.969.199	7.257
1980	3.327,2840	26.474.877	7.957
1981	3.669,3380	29.674.287	8.087
1982	3.840,2200	30.460.005	7.932
1983	4.152,0000	27.923.742	6.725
1984	3.514,0000	26.049.132	7.413
1985	3.764,0000	28.022.877	7.445
1986	3.641,9890	30.329.127	8.328
1987	3.710,8150	34.266.843	9.234
1988	4.599,5890	32.575.617	7.082
1989	4.602,9000	32.341.593	7.026
1990	5.126,4710	37.129.032	7.243
1991	4.542,1440	38.114.373	8.391
1992	5.148,3010	32.801.770	6.371
1993	5.397,2854	10.156.072	1.882
1994	5.404,0230	26.749.081	4.950
1995	5.629,3665	17.455.050	3.101
1996	5.848,9305	22.172.317	3.791
1997	5.114,7710	29.758.842	5.818
1998	5.068,5000	32.956.605	6.502
1999	6.735,6325	35.719.164	5.303

OBS: Em 1975 e 1976 os valores da água consumida nas culturas estão aquém da realidade.

O Utente, dado o rateio que se efectuou por haver falta de água recorreu a bombagens do Rio Caia e afluentes.

Em 1993 houve restrições no fornecimento de água.

ÁREA REGADA - ÁGUA CONSUMIDA - MÉDIA GERAL

MAPA VI - (2)

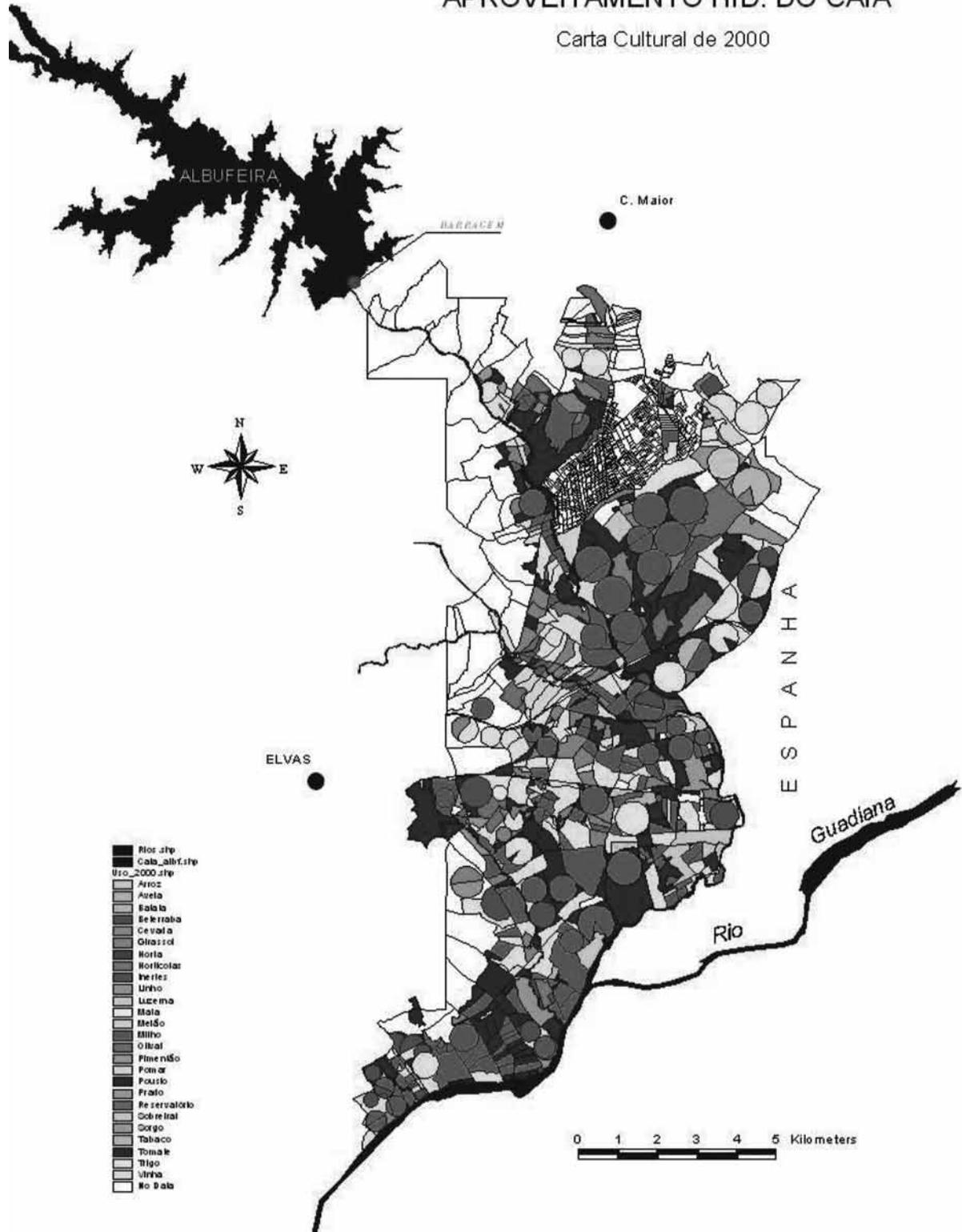
ANOS	ZONA DOMINADA ZONA EXCLUÍDA TÍTULO PRECÁRIO (ha)	ÁGUA CONSUMIDA CULTURAS m³	MÉDIA GERAL (m³/ha)
2000	7.483,2199	24.742.620	3.306
2001	7.125,9776	25.929.144	3.639
2002	7.910,2933	25.065.450	4.751
2003	7.651,3117	26.919.720	3.518
2004	5.926,0140	27.355.968	4.616
2005	6.148,4560	26.323.029	4.281
2006	6.490,9518	18.841.959	2.903
2007	3.442,6620	20.746.708	6.026
2008	8.128,7660	27.115.083	3.336
2009	6.327,5240	26.591.705	4.203
2010	7.041,5670	21.204.394	3.011

OBS: Em 2000, devido ao baixo nível de armazenamento na Albufeira do Caia, houve dotação limitada por hectare

Em 2006 diminuiu a média dos consumos/ha devido a uma área significativa de cereais.

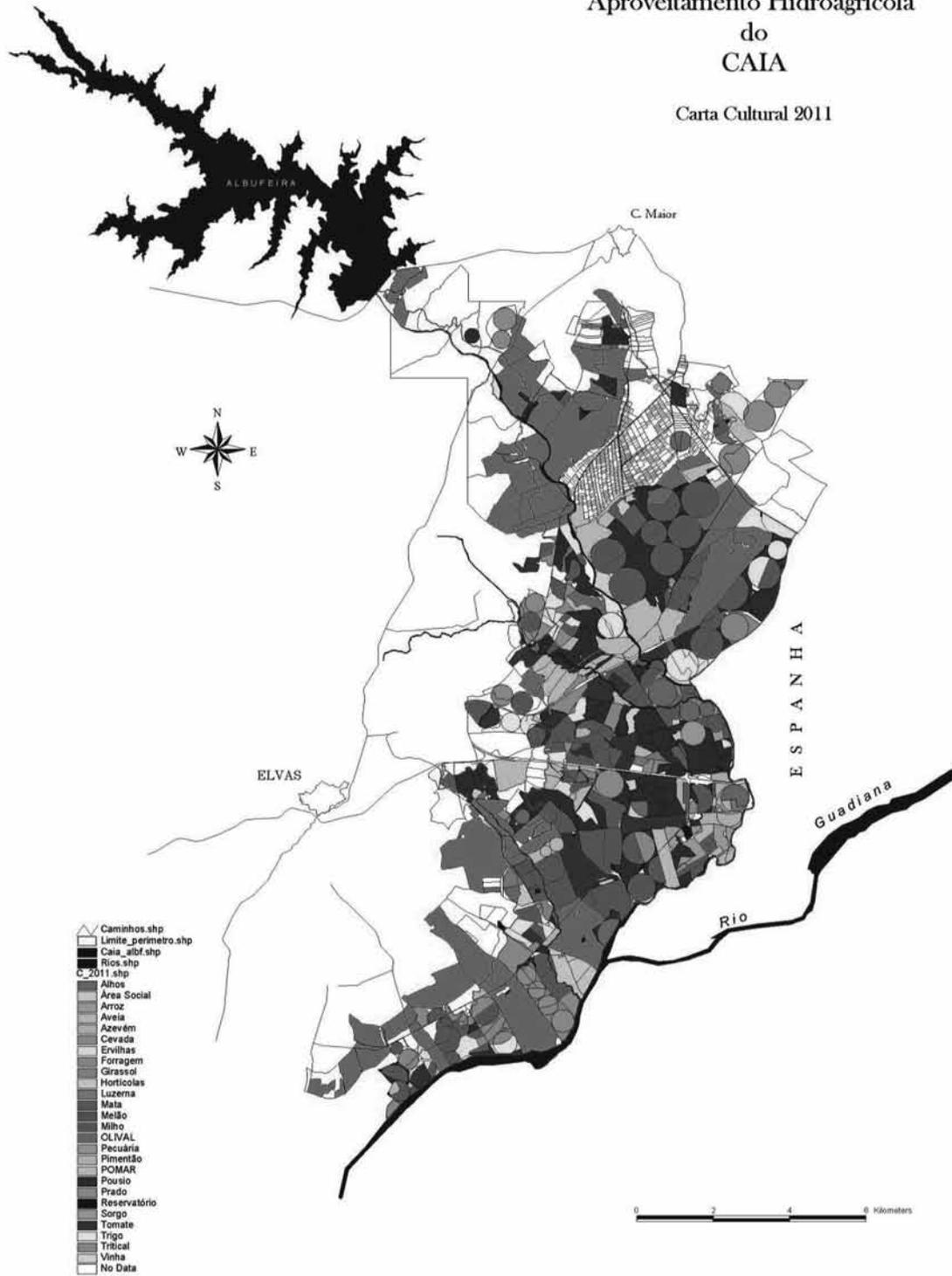
APROVEITAMENTO HID. DO CAIA

Carta Cultural de 2000



Aproveitamento Hidroagrícola do CAIA

Carta Cultural 2011



BIBLIOGRAFIA

a) Livro

Eng.º Agrónomo JOSÉ MANUEL RATO NUNES (2003) Tesis Doctoral *“Los suelos del perímetro regable del Caia (Portugal): Tipos, fertilidad, e impacto del riego en sus propiedades químicas”*

b) Livro

Direcção dos Serviços de Aproveitamentos Hidráulicos (1967) *“Obra de Rega dos Campos do Caia”*

c) Livro

Câmara Municipal de Campo Maior (1950) *“Albufeira do Caia”*

d) Publicação

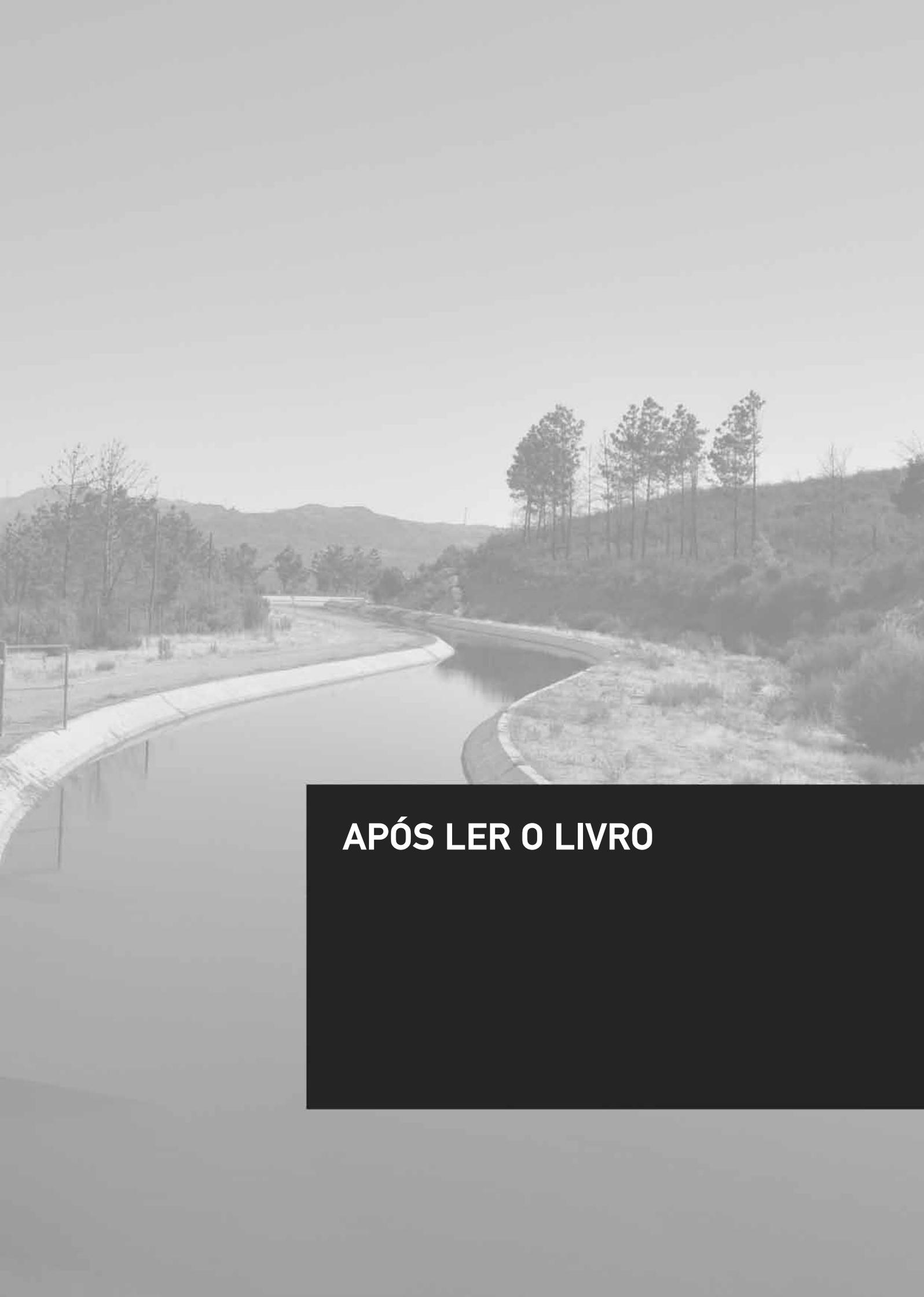
SROA – Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

e) Estudo

Pró-Sistemas – Consultores de Engenharia S.A. (1991) *“Estudo Prévio para a Reabilitação e Modernização do Perímetro de Rega do Caia”*

Aristides P. CHINITA

Eng.º Técnico Agrário/Gestor, A.B.Caia, Sitio das Pias, 7350-901 Elvas, +351.268637440, geral.abcaia@sapo.pt



APÓS LER O LIVRO

APÓS LER O LIVRO

Ao reler todas as comunicações apresentadas nas Jornadas de Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas confirmei a mim próprio a forte convicção de este ter sido o tempo exacto para divulgar o trabalho técnico que tem vindo a ser desenvolvido no âmbito dos aproveitamentos hidroagrícolas rentabilizando uma experiência de “fazer” com quase oito décadas.

A realização destas jornadas foi, sem dúvida, um enorme desafio ou porque não dizê-lo, um risco na situação actual, que conscientemente decidimos correr mas que teve naturalmente em conta o nosso sentir sobre a importância do regadio como factor decisivo de desenvolvimento rural.

Ao analisar o resultado sinto uma enorme satisfação e de modo algum me arrependo de ter inscrito esta tarefa na programação das actividades da Comissão Especializada de Água e Agricultura da APRH.

Foram apresentadas 40 comunicações orais e 21 comunicações em formato de poster. Houve enorme empenho dos autores e dos conferencistas convidados. Tivemos uma presença média superior ao número de inscritos e registamos com agrado a adesão de alguns estudantes dos diferentes ramos de engenharia que aceitaram o convite da Comissão Organizadora para assistirem como observadores aos temas que mais lhes interessassem. Como prometi na sessão de abertura, a valia técnica das comunicações é assinalável, pelo que não seria justo destacar alguma delas.

Ficou de igual modo patente o elevado nível técnico dos conferencistas convidados. Todos foram, creio poder dizer, de 1ª água.

Mas neste capítulo permitam-me expressar uma palavra especial de agradecimento para o Srº Engº. Joaquim Gusmão por se ter disponibilizado para nos apresentar uma verdadeira “aula de sapiência” sobre o regadio nacional e que nos permitiu um momento alto nestas jornadas. Refiro-me claro está à relevante e justa homenagem de que foi alvo e que contou com a presença de Sua Exª. a Senhora Ministra da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Profª. Drª. Assunção Cristas, tendo para o efeito sido eloquentemente apresentado o perfil do homenageado pelo Engº. Gonçalves Ferreira.

Durante dois dias não se falou de agricultura mas sim de soluções de engenharia para uma agricultura que se pretende moderna e competitiva, capaz de produzir bens alimentares de qualidade, garantindo em simultâneo um rendimento que dignifique a actividade para todos os envolvidos.

Creio que no final destas jornadas resultou claro para todos a importância da engenharia para o regadio, mas também do regadio para a engenharia.

Foi bom conhecer o impacte das barragens hidroagrícolas na actividade do Laboratório Nacional de Engenharia Civil desde a sua criação, e é bom recordar que a actividade agrícola de regadio é responsável a nível mundial pela produção de quase 50% das disponibilidades alimentares usando cerca de 1/5 do solo disponível e que é no sector que se deposita grande confiança para o combate à fome e à pobreza que assolam o mundo actual, estimando-se que venha a garantir a curto prazo 2/3 das necessidades alimentares.

Mas reconhecer tão crucial papel do regadio para a sobrevivência humana impõe de igual modo que se preste uma grande atenção à utilização dos recursos água e solo.

A sociedade espera do sector presentemente mais do que a simples produção de bens alimentares: os recursos devem ser utilizados de um modo eficiente e sustentável.

Este é o grande desafio que se coloca para a agricultura do futuro que deverá procurar soluções produtivas, tecnológicas e estruturais capazes de assegurar a reconversão sustentada dos sistemas de produção e em simultâneo, garantir a valorização dos recursos naturais e paisagísticos do mundo rural.

Sei que não parece uma tarefa fácil, mas para o sucesso deste novo quadro pede-se a todos os envolvidos neste processo:

- Uma maior consciencialização e formação para o uso adequado da água e para a conservação qualitativa deste recurso;
- O planeamento de sistemas que privilegiem soluções que reduzam a factura energética dos regantes para níveis comportáveis, nomeadamente que seja estimulada a integração da valência “produção de energia” sempre que tal se revele um factor de equilíbrio na gestão;
- A adopção de recursos disponibilizados pela engenharia que concorram para uma melhor operação das infra-estruturas e equipamentos;
- Que se dê maior atenção à supervisão de comando e automação dos equipamentos hidromecânicos e electromecânicos das infra-estruturas colectivas, açudes, comportas e estações de bombagem, permitindo a disponibilização da água no exacto momento em que é necessária para a rega;
- Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica, pois que constituem um poderoso instrumento para a gestão racional dos aproveitamentos.

Nestas jornadas falou-se muito de construção de novo regadio e dos novos desenvolvimentos da tecnologia a ele associada, e menos na necessária modernização dos sistemas mais degradados e obsoletos face aos desafios actuais.

Talvez seja um bom tema para umas II Jornadas de engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas!

Ao terminar deixo o agradecimento a todos os que tornaram possível esta realização: Conferencistas, apresentadores de comunicações, patrocinadores, Comissão Científica e claro à APRH que acreditou ser possível realizar este sonho.

Terminaram as jornadas. Como testemunho fica este livro das comunicações, que pretendo sirva de apelo a todos os principais envolvidos, projectistas, construtores, fornecedores/fabricantes de equipamento, donos de obra e gestores dos aproveitamentos, para um papel activo nas próximas jornadas. Há agora que pensar nas próximas.

António Campeã da Mota

Maio de 2012



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DOS RECURSOS HÍDRICOS



Apoio Premium



Apoio Gold



Apoio Silver

