

# CONCEPÇÃO DOS GRANDES CANAIS DO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA

**Pedro Marques; Sérgio Costa; Bruno Fonseca (1)**  
**Alexandra Carvalho (2)**

(1) AQUALOGUS – Engenharia e Ambiente, Lda.

Rua da Tóbis Portuguesa, n.º8 – Escritório 3, 1750-292, Lisboa, [geral@aqualogus.pt](mailto:geral@aqualogus.pt)

(2) EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA

Rua Zeca Afonso, n.º2, 7800-522, Beja, [acarvalho@edia.pt](mailto:acarvalho@edia.pt)



EDIA

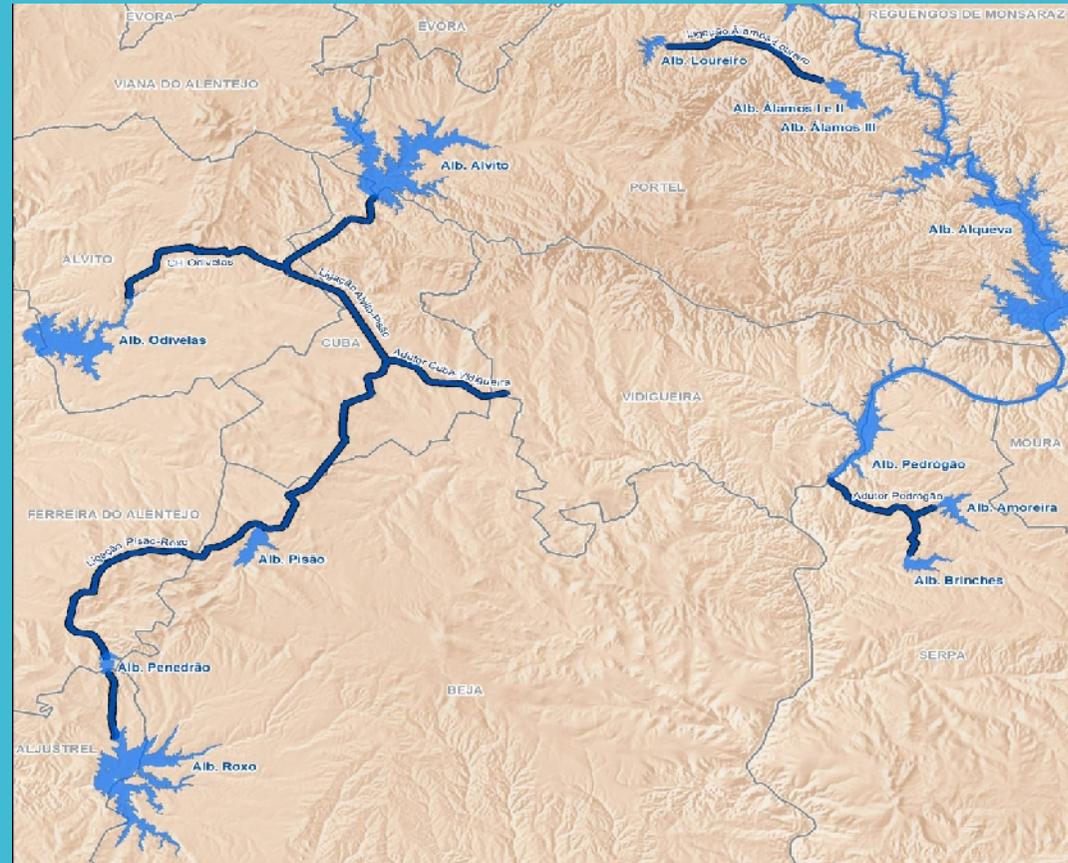
EMPRESA DE  
DESENVOLVIMENTO  
E INFRA-ESTRUTURAS  
DO ALQUEVA, S.A.



## CARACTERIZAÇÃO GERAL – Canais Trapezoidais

✓ AQUALOGUS – CONCEPÇÃO E PROJECTO DE 120 KM DE REDE PRIMÁRIA DOS  
QUAIS 60 KM DE CANAIS DE ADUÇÃO

CANAL ÁLAMOS – LOUREIRO  
CANAL ALVITO – PISÃO – ROXO  
ADUTOR DO PEDRÓGÃO - ME



EMPRESA DE  
DESENVOLVIMENTO  
E INFRA-ESTRUTURAS  
DO ALQUEVA, S.A.



# CARACTERIZAÇÃO GERAL – Canais Trapezoidais

## CANAL ÁLAMOS – LOUREIRO

(SUB-SISTEMA DE ALQUEVA)



Extensão – 11 km

Caudal de dimensionamento - 37 m<sup>3</sup>/s

Largura da soleira / altura - 3,00 m / 4,50 m

Sifões - 5 num total de cerca de 2 km

Número de condutas por sifão - 3 x DN2800



# CARACTERIZAÇÃO GERAL – Canais Trapezoidais

## CANAL ALVITO – PISÃO – ROXO

(SUB-SISTEMA DE ALQUEVA)

Extensão – 60 km (36 km + 24 km)

Caudal de dimensionamento - 40,6 a 5,9 m<sup>3</sup>/s

Largura da soleira / altura - 3,00 a 2,00 m / 4,30 a 1,90 m

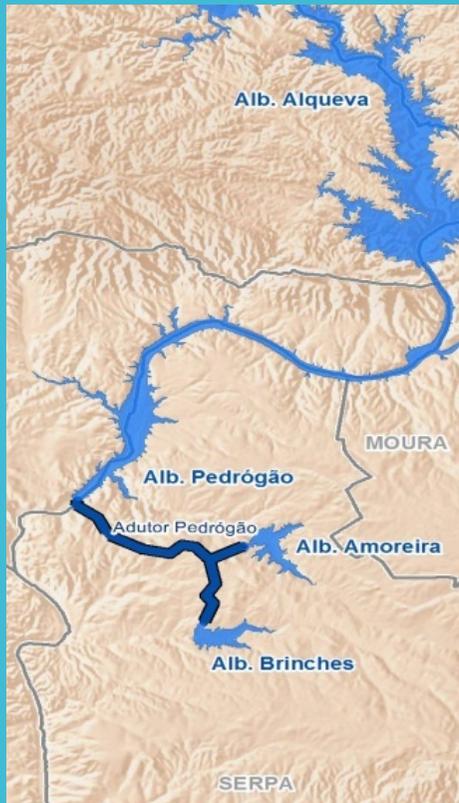
Sifões - 7 num total de 15 km

Número de condutas por sifão - 3xDN2500 e 2xDN2500



# CARACTERIZAÇÃO GERAL – Canais Trapezoidais

## ADUTOR DO PEDRÓGÃO – MARGEM ESQUERDA (SUB-SISTEMA DO ARDILA)



Extensão – 8 km

Caudal de dimensionamento - 19,5 a 8,2 m<sup>3</sup>/s

Largura da soleira / altura - 2,50 a 2,00 m / 3,00 a 2,30 m



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## CONCEPÇÃO GERAL - Implantação dos canais

Minimização dos seguintes principais factores:

- custos de execução e impacte ambiental dos troços de canal implantados a meia-encosta, por diminuição das zonas em escavação e em aterro;
- dimensão das grandes obras de betão armado (canal coberto), evitando locais de topografia acidentada;
- volumes de escavação ou de aterro nos troços de transposição de elevações do terreno ou linhas de água;
- desequilíbrio global entre os volumes de escavação e de aterro com o objectivo de reduzir a dimensão de locais de depósito ou de manchas de empréstimo.



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## CONCEPÇÃO GERAL

Critérios de traçado que permitem otimizar a implantação das obras:

- Minimização do balanço escavação / aterro - seguir o traçado das curvas de nível.
- diminuição do comprimento do canal e, conseqüentemente, aumentar a sua inclinação, reduzindo a dimensão da secção transversal;
- otimização da dimensão e número de estruturas de controlo e regulação;



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## O PERFIL-TIPO – LARGURA DA SOLEIRA

Determinação da largura da soleira - Análise técnico-económica, tendo em conta o processo construtivo utilizado e a necessidade de manutenção periódica do canal, em que deverá ser permitida a circulação de máquinas para a sua limpeza.

Dimensão mínima para a largura da soleira - 2,0 m.

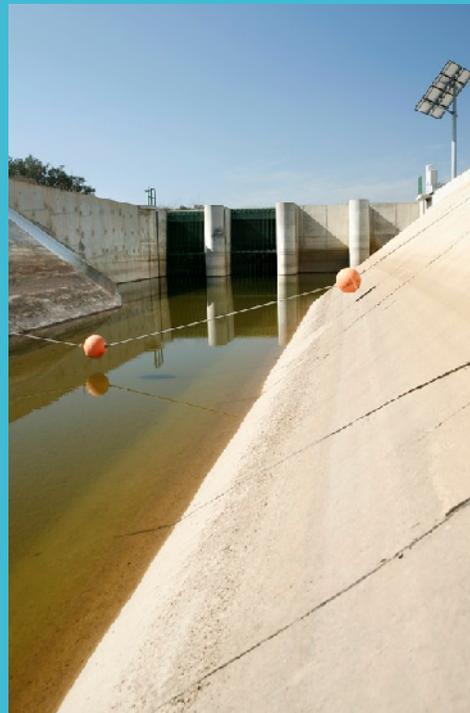


# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## O PERFIL-TIPO – A INCLINAÇÃO DAS ESPALDAS

Características dos equipamentos - Inclinação dos taludes de  $45^\circ$  (1V/1H)

Face à altura das secções e às características dos materiais para aterro, considerou-se uma inclinação de 1V/1,3H.



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## O PERFIL-TIPO – AS BANQUETAS

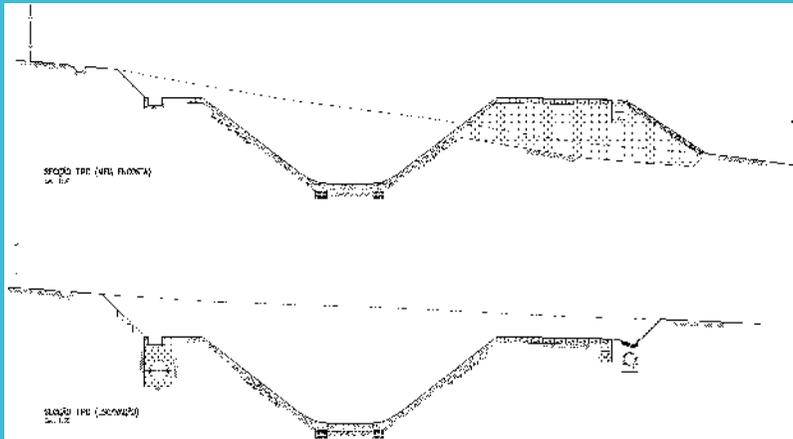
- Caminho de serviço do canal e utilização durante a construção da obra - 4,5 m
- Valeta de drenagem e trânsito pedonal afecto à manutenção e conservação do canal - 2,0 m com valeta e 1,5 m nas zonas em aterro.



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## O PERFIL-TIPO – DRENAGEM DE FUNDO DO CANAL

- Troços em escavação ou a meia encosta
  - Geogrelha (base e taludes).
  - Drenos longitudinais (sob a laje de fundo do canal)
  - Conduitas sob a laje de fundo (em trechos em que não é possível efectuar a descarga dos drenos)



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## O PERFIL-TIPO – A FOLGA

- suficiente para que flutuações do nível no canal não conduzam ao seu transbordamento (incluindo regimes transitórios).
- depende da velocidade, da altura do escoamento e da secção transversal do canal.
- folgas adoptadas - ordem de 0,8 m.



## CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL - lajes de betão (funções de revestimento e impermeabilização)

- Acções consideradas - peso próprio, pressão hidrostática, variação diferencial de temperatura entre as faces superior e inferior ( $\Delta T=15^{\circ}\text{C}$ ), veículos de manutenção/reparação e da retracção.
- Armaduras - duas hipóteses alternativas:
  - Malhasol colocada a meio da espessura da laje;
  - Betão reforçado com fibras de aço e polipropileno.
- Em todos os canais e para a grande maioria das secções, optou-se pela adopção de lajes de betão reforçadas com fibras de aço, devido ao seu menor custo, resultante sobretudo da maior facilidade e rapidez de execução.



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## JUNTAS DE CONSTRUÇÃO E DILATAÇÃO

- Juntas esquarteladas transversais (espaçadas de 4 m) e longitudinais nos taludes (cerca de 1,20 m acima da laje de fundo)
- Juntas totais de dilatação (troços em aterro) com colocação da membrana de estanquidade (afastamento função da variação longitudinal da altura do aterro)
- Juntas de construção resultantes da suspensão da betonagem contínua do canal, previu-se a instalação de um perfil hidroexpansivo após tratamento da junta.



## CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

### AUTOMAÇÃO E REGULAÇÃO – Estruturas de regulação

- Objectivo: proporcionar uma capacidade de resposta adequada às necessidades de derivação de água ao longo dos canais.
- Modo: controlo por montante com base nos níveis a jusante - Através de comportas planas com servomotor hidráulico.



## CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

### DESCARREGADORES DE SEGURANÇA

- Objectivo: descarregar volumes excessivos de água decorrentes do fechamento rápido e simultâneo das comportas de montante e jusante de cada trecho.
- Localização: a montante das comportas de regulação e seccionamento.
- Bacias de retenção: reservatórios que colectam os volumes máximos que é previsível descarregar nos descarregadores de emergência. Medida ambiental de minimização do risco da mistura das águas de diferentes bacias hidrográficas.



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## OBRAS ACESSÓRIAS

Tomadas de água



Descargas de fundo



Passagens superiores



Escadas de acesso e bóias de salvamento



Rampas de acesso e salvamento



# CONCEPÇÃO DE CANAIS TRAPEZOIDAIS

## MEDIDAS AMBIENTAIS

Atenuação do efeito barreira - Passagens para fauna



Redução do efeito armadilha - Vedações



# MONITORIZAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

## FACTOS

- Estruturas já construídas não se tendo verificado problemas relevantes na sua execução.
- Fase de exploração há menos de dois anos, pelo que os caudais aduzidos não atingiram ainda os caudais de dimensionamento (actualmente estará a funcionar cerca de 50% da área de rega prevista).



# MONITORIZAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

## DESTAQUES

- Vantagens da opção do betão reforçado com fibras que facilitou bastante a execução do canal (elevados rendimentos não compatíveis com uma solução tradicional de betão armado).
- Solução adequada em termos de resistência e impermeabilidade.
- Sistema de drenagem da fundação das lajes (complexidade superior ao habitual) revelou-se indispensável dados os elevados níveis freáticos existentes e as características geométricas das obras.
- Adequabilidade e importância do sistema de juntas transversais e longitudinais adoptado para fazer face aos (previsíveis) assentamentos, com especial relevo nas zonas de aterro.



# MONITORIZAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

## DESTAQUES

- Sistema de automação e regulação instalado e pronto a funcionar; como previsto, exige-se a sua aferição e calibração durante a exploração de modo a melhorar o seu funcionamento.
- Especificamente no sub-sistema de Alqueva, dever-se-á articular eventuais futuros ajustes no sistema de automação com os resultados do modelo de simulação e optimização do funcionamento do sub-sistema, o qual a AQUALOGUS está actualmente a desenvolver.
- Medidas ambientais – implementação do Programa de Monitorização da Eficácia das Medidas de Minimização do Efeito Barreira e do Efeito Armadilha que tem demonstrado que as PS e PI são frequentemente utilizadas por animais domésticos e por diferentes espécies de fauna silvestre.
- Continuação do acompanhamento durante a fase de exploração das obras, de modo a confirmar a adequabilidade das soluções adoptadas e a avaliar a necessidade de eventuais ajustes.

**OBRIGADO**



EMPRESA DE  
DESENVOLVIMENTO  
E INFRA-ESTRUTURAS  
DO ALQUEVA, S.A.

**EDIA**



**AQUALOGUS**  
Engenharia e Ambiente