

## MODERNIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA FREIXEIRINHA

Hugo SABINO<sup>1</sup>; Carlos SILVA<sup>2</sup>

### RESUMO

O Projecto de Execução para a Modernização do Aproveitamento Hidroagrícola (A.H.) da Freixeirinha, apresenta como principal objectivo a optimização do funcionamento do sistema de rega existente e o aumento da eficiência no uso e distribuição de água.

O A.H. da Freixeirinha, localizado no concelho de Montemor-o-Novo, distrito de Évora, abrange cerca de 511 hectares e inclui actualmente uma rede de rega constituída por uma barragem principal, 2 canais de distribuição em escoamento gravítico, 2 estações elevatórias de pé-de-barragem e diversas barragens/charcas de armazenamento. As infra-estruturas hidráulicas apresentam sinais de degradação, afectando o uso eficiência da água, levando à captação de volumes superiores aos necessários e a campanhas de rega deficitárias, tendo-se identificado como principal problema as elevadas perdas ao nível do transporte ao longo do perímetro de rega.

Com a modernização do A.H. da Freixeirinha será possível um fornecimento de água "a pedido", eliminando restrições de horários e melhorando a flexibilidade na gestão da rega. Essa reestruturação tornará o sistema mais eficiente, sustentável e económico para os beneficiários, prevendo-se uma redução ligeiramente superior a 40% no total das perdas estimadas do sistema, o que se traduzirá na disponibilização adicional de mais de 800 000 m<sup>3</sup>/ano para as campanhas de rega.

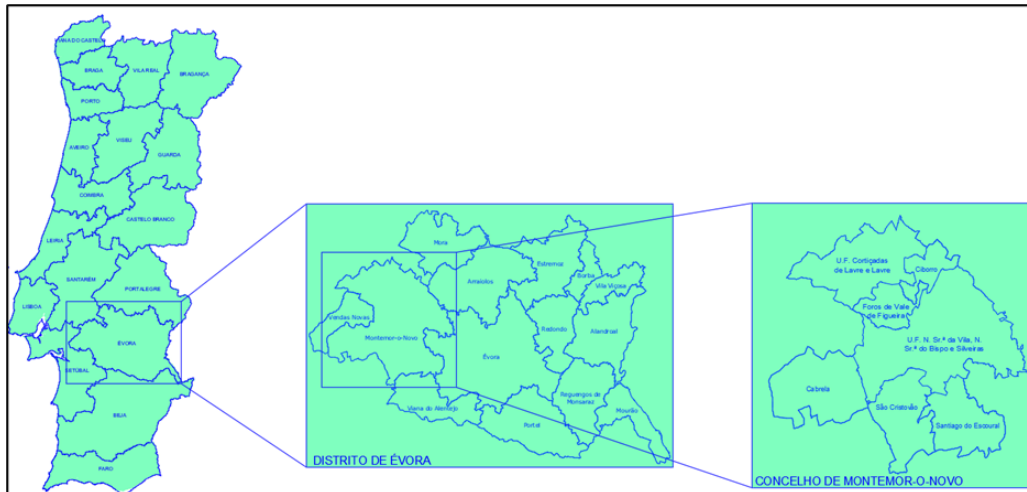
**Palavras-chave:** rega, modernização, eficiência, hidráulica, sustentabilidade

1 - Eng.º Ambiente, Director de Engenharia e DBO, CTGA, Lda., [hugo.sabino@ctga.pt](mailto:hugo.sabino@ctga.pt)

2 - Eng.º Civil, Departamento de Engenharia, CTGA, Lda., [carlos.silva@ctga.pt](mailto:carlos.silva@ctga.pt)

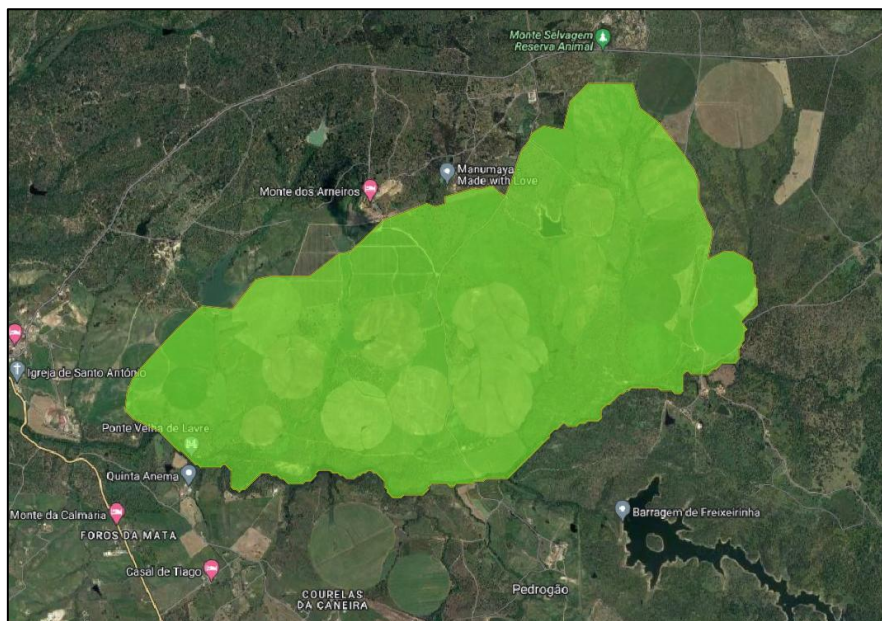
## 1 INTRODUÇÃO

O A.H. da Freixeirinha é uma infra-estrutura de regadio do Estado Português, cuja construção foi promovida pela agora designada Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR). Localizado na bacia hidrográfica do rio Tejo, tem uma área beneficiada de aproximadamente 511 hectares de solos situados junto à vila de Lavre, distribuídos pelas duas margens da ribeira de Lavre, em território da União das Freguesias de Cortiçadas de Lavre e Lavre, Concelho de Montemor-o-Novo, Distrito de Évora.



**Figura 1** – Enquadramento territorial do concelho de Montemor-o-Novo.

A construção do A.H. foi concluída em 1995/98, tendo sido classificada em obra do tipo IV (outras obras colectivas de interesse local) e, como tal, gerida pela junta de Agricultores Regantes de Lavre (JARL), constituída por 5 beneficiários. A taxa de adesão ao regadio é integral, mas a sua gestão e exploração está bastante condicionada pelo estado de conservação das suas infra-estruturas e pela falta de capacidade de resposta às actuais condições de exploração hidroagrícola.

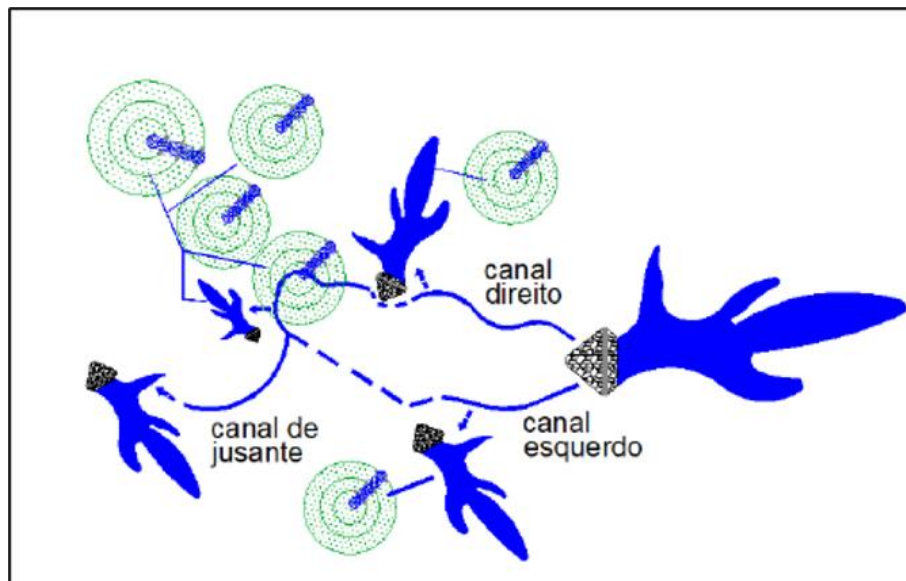


**Figura 2** – Limite territorial do A.H. da Freixeirinha.

No âmbito dos contactos mantidos entre a DGADR e a JARL, reuniu consenso a necessidade da realização de estudos e obras destinadas à modernização do aproveitamento, que permitissem alterar o actual sistema hidráulico, baseado na distribuição por canais, por um sistema pressurizado que permita o uso mais eficiente da água e a melhoria da gestão e exploração do aproveitamento.

## 2 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA

As infra-estruturas hidráulicas da obra pública de rega incluem uma barragem principal (Freixeirinha), 2 canais principais (direito e esquerdo) e condutas primárias (sifões invertidos), 2 estações elevatórias primárias, estações elevatórias secundárias, barragens/albufeiras e charcas de armazenamento.



**Figura 3** – Representação esquemática da rede de armazenamento e distribuição (*fonte: DGADR*).

A barragem da Freixeirinha, através dos 2 canais principais, abastece as charcas e pequenas albufeiras de natureza privada onde estão instaladas estações elevatórias para pressurização da água dos sistemas de rega secundários, em geral por aspersão (pivots).

O abastecimento dos canais é efectuado por gravidade quando o nível da água na barragem estiver compreendido entre o nível de pleno armazenamento (NPA) e uma cota próxima de 125, ou com recurso à bombagem quando o nível da água se situar entre a cota 125 e o nível mínimo de exploração (NME).

A existência de níveis elevados de perdas leva a constrangimentos na distribuição de água aos beneficiários, sendo a distribuição realizada em horários definidos e sem possibilidade de fornecer água, simultaneamente, às várias albufeiras/reservatórios privados existentes.

### 2.1 Infra-estruturas hidráulicas

#### 2.1.1 Barragem da Freixeirinha

A barragem principal do sistema foi construída numa secção da ribeira da Freixeirinha. Trata-se de uma obra de aterro zonado, com 37 metros de altura acima da fundação, e que cria uma albufeira com 6,2 hm<sup>3</sup> de volume útil de armazenamento, apresentando as seguintes características:

## Albufeira

- Volume total – 6,7 hm<sup>3</sup>;
- Volume útil – 6,2 hm<sup>3</sup>;
- Nível de pleno armazenamento (NPA) – (134,00);
- Nível mínimo de exploração (NmE) – (107,00);
- Nível de máxima cheia (NMC) – (135,50).

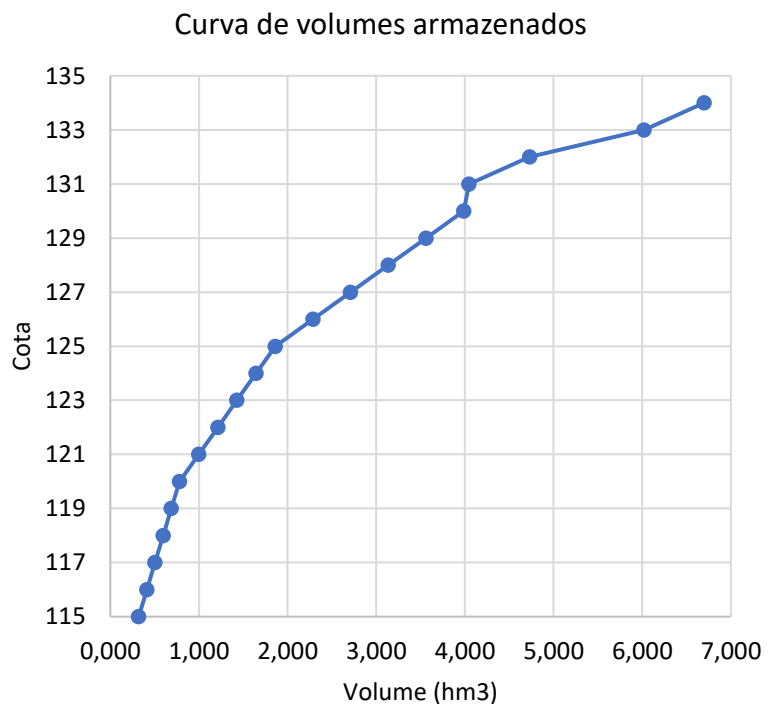
## Tomada de água

- Tipo – Selectivo, com três entradas em torre, às cotas (107), (117) e (125).

## Regime de exploração

- A torre de tomada de água possui três entradas, de modo a captar preferencialmente os níveis superiores da albufeira, onde a água apresenta melhor qualidade.

Cota (m)	Vol. (hm <sup>3</sup> )
115	0,320
116	0,412
117	0,505
118	0,597
119	0,689
120	0,782
121	0,997
122	1,213
123	1,429
124	1,645
125	1,861
126	2,286
127	2,711
128	3,136
129	3,561
130	3,987
131	4,045
132	4,733
133	6,022
134	6,700



**Figura 4** – Curva de volumes armazenados na albufeira da barragem da Freixeirinha.

A barragem apresenta como principal finalidade a regularização do abastecimento às diversas barragens/charcas de armazenamento privadas, nos meses de maior carência hídrica.

### 2.1.2 Rede de distribuição em canais

A rede de distribuição existente é composta por canais em betão, de secção trapezoidal, com as seguintes características:

Largura do rasto (m) – [0,50 ; 0,90]

Altura interior (m) – [0,60 ; 0,85]

Declive longitudinal do rasto (m/km) – [0,30 ; 2,70]

Comprimento total (km) – 12,2

Devido à orografia acidentada, recorreu-se ainda a diversos sifões invertidos, para travessia de linhas de água e depressões do terreno. Os sifões invertidos são em betão armado com malha de aço e em manilhas de betão, ambos DN 600.



**Figura 5** – Início do desenvolvimento do canal direito.



**Figura 6** – Encontro do canal direito e esquerdo, com degradação das espaldas.

### **2.1.3 Estações elevatórias primárias (pé-de-barragem)**

A barragem da Freixeirinha está a uma cota superior a grande parte da área beneficiada, sendo possível abastecer a rede de distribuição em canais de forma gravítica, quando o nível da água na barragem estiver compreendido entre o NPA e uma cota próxima de 125.

Abaixo dessa cota, a alimentação é garantida por 2 estações elevatórias de pé-de-barragem.



**Figura 7** – Localização das estações elevatórias de pé-de-barragem.

Ambas as estações elevatórias são abastecidas a partir das condutas que abastecem os canais de forma gravítica (DN600 para a margem direita e DN300 para a margem esquerda), estando por isso em situação de “bypass”, funcionando apenas quando o nível da albufeira é insuficiente para garantir a alimentação gravítica. O controlo do funcionamento das estações elevatórias é feito de forma manual, através da operação de válvulas de seccionamento no circuito principal e de “bypass”.



**Figura 8** – Vista interior da estação elevatória da margem esquerda.

## 2.2 Situação Actual

### 2.2.1 Modelo de ocupação cultural e necessidade hídricas em ano médio

A ocupação cultural do A.H. da Freixeirinha traduz a vocação do aproveitamento na produção de alimentação animal, com 75% da actividade agrícola do aproveitamento orientada para a produção de forragens e grãos para rações. Destacam-se aqui o milho grão, o azevém, o sorgo e pastagens diversas. Outras culturas, como o figo-da-Índia e o olival preenchem o resto no plano cultural. No quadro

seguinte apresentam-se as dotações de rega actuais, as áreas de plantação e os volumes anuais captados.

**Quadro 1** – Ocupação cultural actual. Dotações, áreas e volumes de água

CULTURAS	DOTAÇÕES ANUAIS (m <sup>3</sup> /ha)	ÁREAS (ha)	VOLUMES ÚTEIS (m <sup>3</sup> /ano)	EFICIÊNCIA DE REGA	VOLUMES CAPTADOS (m <sup>3</sup> /ano)
Azevém	4 200	150	630 000	0,80	787 500
Milho	7 500	200	1 500 000	0,80	1 875 000
Olival	3 500	61	213 500	0,85	251 176
Figo-da-Índia	2 500	10	25 000	0,85	29 412
Pastagens e forragens	2 500	40	100 000	0,80	125 000
Sorgo	3 800	50	190 000	0,80	237 500
<b>TOTAIS</b>	-	<b>511</b>	<b>2 658 500</b>	-	<b>3 305 588</b>

Com o actual sistema hidráulico, as perdas na rede de distribuição são as seguintes:

- Perdas na rede primária de canais (30% do volume captado) – 919 676 m<sup>3</sup>/ano
- Perdas nas barragens particulares (5% do volume captado) – 165 279 m<sup>3</sup>/ano
- Perdas por evaporação (1000 mm/ano e 65 hectares de área de albufeira) – 650 000 m<sup>3</sup>/ano
- Volume ecológico (8 L/s em contínuo) – 252 288 m<sup>3</sup>/ano
- Perdas totais – 2 059 244 m<sup>3</sup>/ano

Nestas circunstâncias, as necessidades hídricas dos 511 hectares do aproveitamento são de aproximadamente 5,3 hm<sup>3</sup>/ano.

### 2.2.2 Estado funcional

O A.H. da Freixeirinha apresenta sinais de degradação, que afectam o uso eficiência da água, levando à captação de volumes superiores aos necessários e a campanhas de rega deficitárias. Os principais problemas dizem respeito a perdas no transporte ao longo do perímetro de rega, identificando-se de seguida os pontos que mais contribuem para a necessidade de intervenção nas infra-estruturas que compõem a rede de rega.

- Inexistência de um controlo efectivo dos volumes distribuídos;
- A disposição funcional do sistema hidráulico obriga que as estações elevatórias de pé-de-barragem entrem em funcionamento, mesmo quando ainda existe carga hidráulica para abastecer uma parte significativa da área beneficiada, o que concorre para um incremento dos custos energéticos associados;
- Os canais de rega apresentam um dimensionamento desajustado relativamente à área regada. Adicionalmente, encontram-se em mau estado de conservação, com espaldas

partidas/deforçadas e com problemas de estanquidade nas juntas;

- Os sifões invertidos, construídos em material não adequado ao funcionamento sob pressão, tal como os canais, também se encontram desajustados da área regada, sendo frequentes roturas comprometedoras do abastecimento;
- Distribuição da água pelos diferentes utilizadores é complexa e efectuada de forma manual, o que origina uma gestão imperfeita e exigente em mão-de-obra.

As deficiências identificadas determinam a captação de volumes superiores aos necessários para compensação das perdas no transporte o que leva, associado à reduzida capacidade de armazenamento da albufeira, nos anos de maior escassez de recursos hídricos, a campanhas de rega deficitárias ou que não se realizam.

Adicionalmente, os desajustes no dimensionamento das infra-estruturas hidráulicas levam a constrangimentos na distribuição de água aos beneficiários, sendo a distribuição realizada em horários definidos e sem possibilidade de fornecer água simultaneamente às várias albufeiras/charcas existentes.

### **3 MODERNIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA**

O projecto de execução para a modernização do A.H da Freixeirinha tem como objectivo central a reabilitação e modernização do sistema de rega, garantindo maior eficiência no uso da água, redução de perdas no transporte, fiabilidade de funcionamento e flexibilidade de exploração para os regantes. O novo sistema de abastecimento teve como premissa permitir uma utilização “a pedido” do abastecimento, sendo capaz de:

- Manter um nível de água nas albufeiras/charcas dos regantes, compatível com a bombagem para os sistemas de rega individual de cada uma das parcelas, sem recurso a horários de rega;
- Permitir o abastecimento simultâneo das várias albufeiras/charcas dos regantes.

As intervenções concebidas procuram assegurar que o sistema continue a operar maioritariamente em regime gravítico, complementado por estações elevatórias estrategicamente localizadas, sempre que os níveis da albufeira não permitam o abastecimento gravítico.

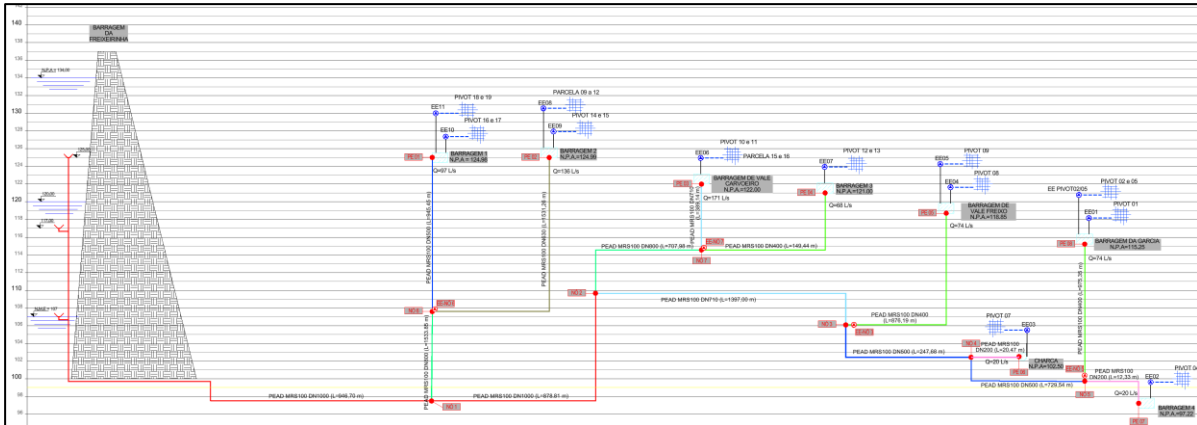
#### **3.1 Rede de distribuição**

Uma das intervenções mais significativas prende-se com a substituição do sistema de canais a céu aberto por uma rede de condutas enterradas em pressão, reduzindo drasticamente as perdas de água e permitindo uma distribuição mais eficiente.

O eixo principal do novo sistema de distribuição será composto por uma conduta adutora principal com aproximadamente 5,2 km, em tubagens de PEAD, com diâmetros variáveis entre DN400 e DN1000, a partir da qual se iniciam ramificações do sistema adutor secundário, que alimentam os diferentes pontos de entrega, correspondentes a albufeiras e charcas existentes.

O sistema adutor secundário, com cerca de 6,1 km de extensão, em tubagens de PEAD DN200 a DN800, assegurará o transporte de água até os oito novos pontos de entrega previstos.

A concepção da rede considerou critérios de eficiência hidráulica, minimização de cruzamentos com outras infra-estruturas e facilidade de operação e manutenção.



**Figura 9** – Extracto do esquema altimétrico do novo sistema de adução do A.H. da Freixeirinha.

### 3.2 Estações elevatórias da rede de distribuição

Embora o sistema se baseie em funcionamento gravítico, prevê-se a instalação de 6 estações elevatórias (E.E) em “bypass” às condutas da rede de distribuição, distribuídas por 4 edifícios distintos. As E.E. foram dotadas com unidades sobreprensoras de velocidade variável, tendo a função de assegurar a pressão mínima necessária nos pontos de entrega, quando a cota da albufeira da Freixeirinha não permita o abastecimento gravítico.

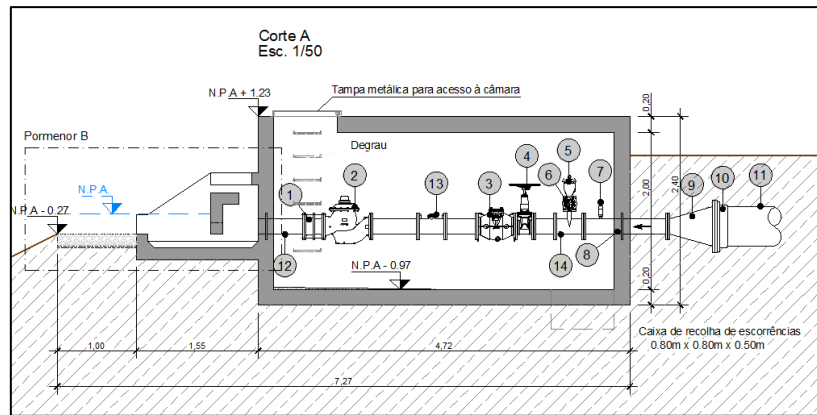
O accionamento das estações elevatórias será progressivo e condicionado pelos níveis da albufeira, evitando bombagens desnecessárias e reduzindo consumos energéticos. Este modelo garante que a bombagem é efectuada apenas para os reservatórios que efectivamente necessitam, em contraste com a prática actual de bombagem “integral” a montante.



**Figura 10** – Vista tridimensional do edifício tipo das estações elevatórias.

### 3.3 Pontos de entrega

Serão construídos 8 pontos de entrega, correspondentes às albufeiras e charcas privadas já existentes. Os pontos de entrega apresentam disposições semelhantes, sendo constituídos por uma câmara de válvulas, onde se localizam os órgãos de controlo e medição dos caudais entregues e por uma estrutura de dissipação de energia, em posição adjacente, que garante a entrega de água nas albufeiras em condições adequadas.



**Figura 11** – Corte tipo de ponto de entrega previsto.

As disposições adoptadas para os pontos de entrega permitirão uma distribuição mais justa e transparente entre beneficiários, já que a medição de volumes passará a ser precisa e contínua, deixando de depender de estimativas ou de turnos rígidos de rega.

### 3.4 Sistema de gestão e automação

O novo sistema de rega será dotado de um centro de comando centralizado, com capacidade para monitorizar e controlar em tempo real as infra-estruturas de rega. Entre as principais funcionalidades, destacam-se:

- Monitorização de níveis de água nos reservatórios;
- Controlo de pressões e detecção de anomalias;
- Comando remoto de válvulas e estações elevatórias;
- Registo e processamento de dados de caudal, pressões e estados de funcionamento;
- Emissão de alarmes e sinalizações em caso de falhas.

Este sistema permitirá otimizar a utilização da água, reduzir consumos energéticos associados à bombagem, e facilitar a gestão técnica e administrativa do aproveitamento. A comunicação será assegurada por rede privada e complementarmente por comunicações digitais móveis, garantindo redundância e fiabilidade.

### 3.5 Benefícios a alcançar

Com a execução do conjunto de intervenções propostas, esperam-se os seguintes resultados:

- Redução significativa de perdas de água, graças à substituição de canais abertos por condutas enterradas em pressão;
- Aumento da eficiência energética, através da utilização selectiva das estações elevatórias apenas quando necessário;
- Distribuição equitativa e transparente da água, garantida por sistemas de medição em todos os pontos de entrega;
- Maior flexibilidade na gestão da rega, permitindo abastecimento “a pedido”, sem restrições horárias rígidas;
- Modernização tecnológica, com sistemas de automação, telemetria e comando centralizado;
- Reforço da fiabilidade operacional, através da reabilitação das estações elevatórias secundárias e da instalação de dispositivos de segurança (ventosas, descargas de fundo, válvulas de seccionamento).

#### 4 CONCLUSÕES

A modernização do A.H. da Freixeirinha representa uma acção decisiva na valorização e sustentabilidade do sistema de rega. As intervenções propostas asseguram a substituição de canais abertos por condutas enterradas em pressão, a introdução de sistemas de gestão e automação e a utilização criteriosa das estações elevatórias. Estas medidas traduzem-se numa redução muito significativa das perdas, dos custos de exploração e numa maior fiabilidade do fornecimento.

Em termos práticos, a modernização permitirá a disponibilização de mais de 800 000 m<sup>3</sup>/ano de água para as campanhas de rega, que assegurarão uma maior fiabilidade do abastecimento, respondendo assim às necessidades actuais e futuras dos beneficiários. Paralelamente, a racionalização da exploração hidráulica e energética conduzirá a uma poupança anual de energia estimada em cerca de 30%, o que constitui não só uma redução relevante nos custos de exploração, mas também um contributo positivo para a sustentabilidade ambiental do sistema.

Deste modo, o projecto concilia eficiência, equidade e sustentabilidade, assegurando ganhos económicos e ambientais de longo prazo, confirmando a pertinência e a relevância das medidas propostas.