CRITÉRIOS GERAIS DE PROJECTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS PARA REGA.
Aplicação à estação elevatória do Alfundão.

Sofia AZEVEDO; Vitor PAULO

Sofia AZEVEDO
Ph.D., Agricultural Engineering & Water Resources, Campo d'Água, Engenharia e Gestão, Rua do Miradouro - 18C, 2610-276 Alfragide, +351.21.4704270, sazevedo@campodagua.pt
Vitor PAULO
MSc. Hidráulica e Recursos Hídricos, Campo d'Água, Engenharia e Gestão, Rua do Miradouro - 18C, 2610-276 Alfragide, +351.21.4704270, vpaulo@campodagua.pt

RESUMO

O perímetro de rega do Alfundão, faz parte do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, e tem uma área beneficiada de 4 017 ha. É abastecido a partir de um adutor (adutor do Alfundão) com início na tomada de água da barragem do Pisão.

Neste perímetro foram aplicados dois conceitos distintos de abastecimento actualmente utilizados no Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva: baixa pressão na zona de grande propriedade, e alta pressão na zona de pequena propriedade, sendo a rede pressurizada a partir de uma estação elevatória.

O sistema de rega em pressão é constituído por um pequeno reservatório que abastece a estação elevatória. Esta é constituída por uma nave dos grupos e edifício de apoio, e uma estação de filtração a jusante dos grupos elevatórios.

Neste artigo são apresentadas as várias soluções alternativas estudadas a nível do projecto de execução e definidos os critérios gerais de projecto actualmente utilizados na concepção e dimensionamento das estações elevatórias e de filtração para rega.

Serão apresentados ainda exemplos das soluções projectadas uma vez que o bloco de rega se encontra actualmente construído, e já em início de exploração.

Palavras chave: perímetros colectivos, estação elevatória, critérios de dimensionamento

1 SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO AOS BLOCOS DE REGA

Existem actualmente dois conceitos distintos de abastecimento de água aos blocos beneficiados pelo Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA): baixa pressão na zona de grande propriedade; e alta pressão na zona de pequena propriedade.

Deste modo, segundo a metodologia preconizada pela EDIA, e sempre que possível, nas zonas dominadas pela grande propriedade, o abastecimento será gravítico, com a pressão disponível, cabendo aos agricultores a pressurização necessária de acordo com o método de rega que vier a seleccionar. Este conceito permite o uso dos investimentos já realizados pelos agricultores, nomeadamente em pequenos reservatórios/barragens e estações de bombagem.

Na pequena propriedade, ou seja com áreas inferiores a 8 - 10 ha, torna-se difícil e oneroso ser o próprio agricultor, individualmente, a solucionar o problema da bombagem. Por este motivo, nos blocos de rega, onde predomina a pequena propriedade optou-se por definir soluções colectivas de bombagem.

Estas estações de bombagem colectivas, localizam-se normalmente a jusante de uma pequena barragem ou reservatório, e abastecem em pressão todo o bloco de rega. Estes reservatórios têm as seguintes funções:

- armazenamento de um volume de água suficiente para algumas horas de funcionamento, o que permitirá, em caso de anomalia no sistema de adução a sua colocação fora de serviço, sem interromper imediatamente o fornecimento de água aos regantes;
- minimizar os efeitos dos regimes transitórios a montante da estação elevatória face aos arranques e paragens dos grupos elevatórios;
- permitir a decantação do material sólido que eventualmente seja transportado nos sistemas de adução.

Nos dois tipos de abastecimento, torna-se necessário a construção de estações de filtração, para protecção dos equipamentos (ventosas, hidrantes), ou seja para garantia do funcionamento da rede de rega.

2 O PERÍMETRO DE REGA DO ALFUNDÃO

O perímetro de rega do Alfundão, localiza-se na margem direita do Guadiana, sendo a maior parte localizada no concelho de Ferreira do Alentejo, e a restante no concelho do Alvito, ambos no distrito de Beja.

Na fase de projecto de execução, este perímetro foi definido com uma área beneficiada de cerca de 4 017 ha, fazendo parte do sistema do Alqueva. É abastecido a partir de um adutor (adutor do Alfundão) com início na tomada de água da barragem do Pisão.

O nível de água na barragem do Pisão varia entre a cota 155 (NPA) e 150 (NME). O adutor do Alfundão, com um comprimento de 4,4 km, foi projectado em betão pré-esforçado com alma de aço com um diâmetro de 2 000 mm, até à derivação para a estação elevatória, tendo sido substituído por tubagem em aço, na fase de construção.

Nessa derivação faz-se a divisão para a rede de baixa pressão (Alfundão Baixo), e para a estação elevatória que pressurizará a rede de alta pressão (Alfundão Alto). A mancha de rega encontra-se localizada entre as cotas 79 m nas margens da ribeira do Alfundão, na zona Noroeste do bloco de rega e a cota 143 m junto à povoação de Peroguarda.

O bloco de baixa pressão (Alfundão Baixo) tem uma área de 3407,6 ha e domina toda a zona de grande propriedade, sendo o abastecimento efectuado graviticamente directamente a partir da barragem do Pisão através do adutor do Alfundão.

No início da rede de rega do Alfundão Baixo, junto à estrada de ligação entre Peroguarda e Cuba, foi localizada uma estação de filtração em pressão que permitirá a eliminação de partículas sólidas para protecção dos equipamentos colectivos da rede de rega.

O bloco de alta pressão (Alfundão Alto) tem uma área de 609,2 ha englobando toda a zona de pequena propriedade junto às povoações de Peroguarda e Alfundão. É pressurizado a partir da estação elevatória do Alfundão, que por sua vez é abastecida a partir de um reservatório semi-escavado localizado na extremidade do adutor do Alfundão. A jusante dos grupos elevatórios da estação elevatória localizou-se uma estação de filtração em pressão, que terá o mesmo objectivo que a anterior.

Na figura seguinte é apresentado o esquema altimétrico da solução adoptada para abastecimento ao bloco de rega do Alfundão.

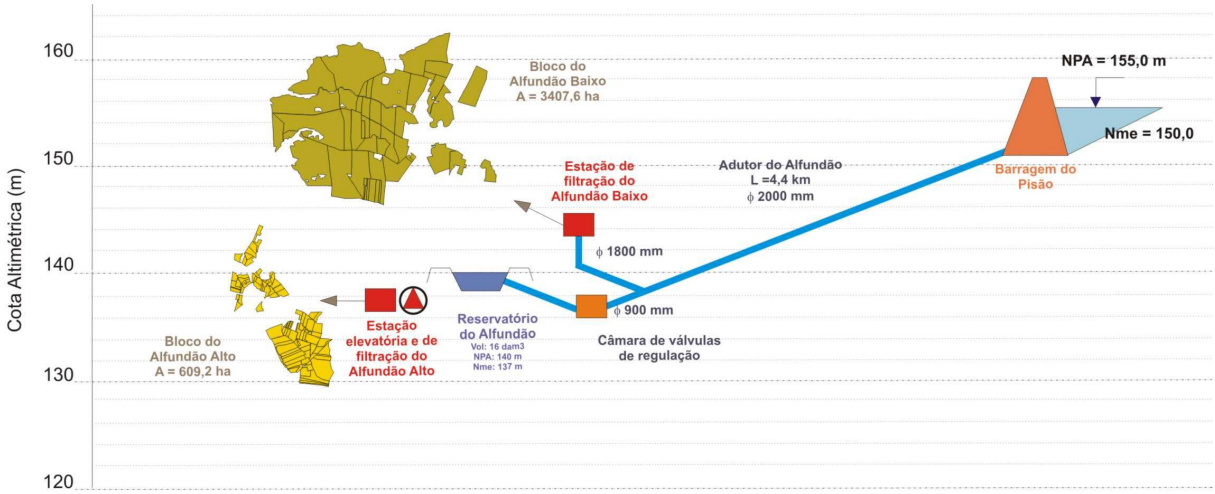

Figura 1 – Esquema altimétrico do perímetro de rega do Alfundão.

3 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS PARA REGA

As estações elevatórias para rega, caracterizam-se pelas suas elevadas potências de funcionamento, uma vez que os caudais a elevar para rega são muito elevados, quando comparados com os sistemas de abastecimento urbano.

O dimensionamento de uma rede de rega é efectuado para o mês de ponta em ano seco. Nas condições climáticas do Alentejo, o mês de ponta ocorre em Julho. Ou seja, a estação elevatória apenas funcionará na sua totalidade, durante alguns meses do Verão. Desde logo, e pelo seu modo de funcionamento não permanente, não se afigura necessária a colocação de grupos electrobomba de reserva. Assim, o sistema elevatório é dimensionado apenas para o caudal total de dimensionamento da rede de rega.

Outra particularidade neste tipo de estações elevatórias, diz respeito ao regime de utilização da água pelos agricultores. Tratando-se de um sistema de rega a pedido, em que não se verificam restrições aos respectivos utilizadores, o sistema terá de ter capacidade para disponibilizar, em qualquer instante e de forma automática, o caudal requerido pela rede de rega, desde o caudal nulo ao caudal máximo, função do número de bocas de rega em funcionamento simultâneo em cada instante.

Nos primeiros anos de instalação do perímetro de rega, quando ainda poucos agricultores aderiram à rega, e nos meses intermédios, quando as necessidades de água são baixas, torna-se necessário definir normas de funcionamento para o sistema elevatório, bastante exigentes.

No que diz respeito ao sistema de regulação podem ser adoptados dois tipos distintos: bombagem para um reservatório elevado; ou bombagem directa para a rede de condutas em pressão.

Quando existem locais elevados próximos das áreas a regar, poder-se-á optar pela utilização de um reservatório elevado para regulação do funcionamento dos grupos elevatórios através dos níveis de água nesse reservatório. Neste caso, normalmente, os grupos electrobomba funcionarão com velocidade constante. A rede de condutas é abastecida graviticamente a partir do reservatório.

No caso do bloco do Alfundão Alto, uma vez que na zona não se encontraram locais favoráveis para a construção de um reservatório que pudesse abastecer, em pressão, a rede secundária de rega servida, optou-se pela bombagem directa para a rede de condutas em pressão que abastecem as áreas a regar.

Neste caso serão utilizados pelo menos alguns grupos electrobomba funcionando com velocidade variável. O sistema de regulação do funcionamento dos grupos electrobomba será do tipo manodebimétrico em que, para cada solicitação de caudais na origem pela rede corresponderá um determinado ponto característico (H,Q), correspondente ao funcionamento de um ou vários grupos elevatórios funcionando em paralelo.

4 CARACTERISTICAS GERAIS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO ALFUNDÃO

A estação elevatória do Alfundão, foi dimensionada para um caudal de 740 l/s. Tal como se referiu anteriormente, é alimentada a partir de um reservatório localizado a montante da estação cujos níveis de exploração serão variáveis entre a cota 140,00 m (nível de pleno armazenamento) e a cota 137,00 m (nível mínimo de exploração).

Uma vez que para o caudal de dimensionamento, a cota piezométrica a garantir à cabeça da rede de rega será de 187 m, corresponderá a uma altura geométrica máxima de elevação de 50 m. Admitindo uma perda de carga total da ordem dos 8 m (5 m no circuito hidráulico e 3 m nos filtros) considerou-se, na análise comparativa do tipo de grupos a instalar, uma altura manométrica total de elevação da ordem dos 58 m.c.a.

O sistema de regulação adoptado deverá permitir que o caudal a fornecer em dado momento será ajustado ao requerido pela rede através de um sistema de regulação, que fará a gestão do número de grupos que deverão estar em funcionamento e as condições que deverão cumprir.

Assim, o sistema deverá permitir de forma automática, determinar o número de grupos em funcionamento, e ajustar em cada instante o caudal fornecido pelas bombas ao caudal solicitado pela rede, respeitando as condições de pressão necessárias para garantir o bom funcionamento das instalações de rega.

Desta forma, preconiza-se um sistema de regulação do tipo manodebimétrico, com a utilização de um conjunto de grupos electrobomba em que pelo menos dois possuirão velocidade variável. O sistema de regulação assenta na leitura dos seguintes parâmetros:

- detecção de níveis no reservatório de regularização;
- detecção de níveis nos reservatórios hidropneumáticos;
- detecção de pressão e caudal à saída da estação.

O sistema de regulação dos grupos electrobomba prevê dois regimes de funcionamento distintos consoante o caudal solicitado pela rede de rega seja superior ou inferior a um valor mínimo pré-estabelecido.

Para caudais compreendidos entre o caudal mínimo de um só grupo a velocidade reduzida e o caudal máximo da instalação, o sistema funciona em regime contínuo, isto é, a cada caudal solicitado pela rede corresponde um determinado ponto característico H-Q, que é satisfeito por um ou vários grupos funcionando em paralelo.

Para caudais pedidos pela rede inferiores ao caudal mínimo, o sistema funciona em regime intermitente (não contínuo). Ou seja, neste caso o caudal solicitado pela rede será garantido pelo

sistema de reservatórios hidropneumáticos, conjugado com o funcionamento intermitente de apenas um grupo electrobomba a velocidade variável.

5 SELECÇÃO DOS GRUPOS ELECTROBOMBA DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

5.1 Soluções analisadas

Na análise comparativa para a selecção dos grupos electrobomba da estação elevatória do Alfundão foram analisados dois tipos distintos de grupos:

- Alternativa A: bombas de voluta bipartida e com impulsor radial de dupla entrada;
- Alternativa B: bombas centrífugas monocelulares de entrada simples, do tipo Etanorm ou equivalente.

Para ambos, foram analisadas duas soluções:

- Solução 1: quatro grupos electrobomba iguais, associados em paralelo, sendo dois deles equipados com variação de velocidade (variadores de frequência) e os restantes com arrancadores suaves;
- Solução 2: quatro grupos electrobomba, dois de maior capacidade e dois mais pequenos com metade da capacidade dos anteriores, associados em paralelo, sendo todos equipados com variação de velocidade.

As duas opções apresentadas arrastam consigo, não só aspectos técnicos como económicos, nomeadamente quanto ao custo adicional dos variadores de frequência.

5.2 Alternativa A: bombas de voluta bipartida e com impulsor radial de dupla entrada

Relativamente ao tipo de instalação dos grupos electrobomba, vertical ou horizontal, é do conhecimento geral que a solução dos grupos horizontais se evidencia mais vantajosa, quer em termos técnicos quer económicos, comparativamente à dos grupos verticais, nomeadamente:

- o custo de investimento inicial para os grupos horizontais é sempre inferior aos verticais;
- a instalação horizontal possibilita uma manutenção menos dispendiosa e mais facilitada comparativamente à instalação vertical.

A instalação de grupos verticais permite, no entanto, a utilização de um espaço mais reduzido. No caso da estação elevatória do Alfundão não existiam constrangimentos a nível do espaço disponível pelo que se optou pela utilização de grupos horizontais.

No quadro seguinte apresentam-se as características dos grupos na Alternativa A, ou seja bombas com voluta bipartida e com impulsor radial de dupla entrada:

Quadro 1 – Características dos grupos electrobomba. Alternativa A

	Solução 1	Solução 2	
	Grupos Principais	Grupos Principais	Grupos Auxiliares
Modelo	Omega 200-420 A	Omega 250-480 A	Omega 150-460 A
Caudal – m^3/h (l/s)	666 (185)	889 (247)	443 (123)
Altura de elevação (mca)	58	58	58
Velocidade de rotação (rpm)	1490	1485	1485
Rendimento (%)	86	84	82
Potência do motor (kW)	160	200	110
Preço total (€)	90 032	100 804	

Em termos económicos, e tendo em conta apenas o investimento inicial para o conjunto dos grupos electrobomba, incluindo o respectivo meio de arranque/accionamento, a segunda alternativa representa um acréscimo de cerca de 23% relativamente à primeira.

Na presente situação, face ao caudal total a elevar, verifica-se que a primeira solução, não só é mais económica, como apresenta melhores rendimentos. Para o ponto de funcionamento considerado, o rendimento apresentado pelas bombas da solução dos grupos todos iguais (aproximadamente 86%), é cerca de 2% superior às bombas de maior capacidade da segunda alternativa e cerca de 4% superior às bombas de menor capacidade da referida alternativa. Embora as potências em jogo não sejam muito elevadas, esta diferença de rendimentos irá reflectir-se seguramente nos custos de exploração da instalação.

Para além dos aspectos já evidenciados, a segunda solução apresenta ainda algumas desvantagens quanto à conjugação dos diversos grupos em funcionamento. Ou seja, devido ao carácter assimétrico dos grupos que compõe esta solução, torna-se mais complexo, mesmo em termos de programação de automatismos, o encadeamento dos diversos grupos para o cumprimento de determinado ponto de funcionamento.

5.3 Alternativa B: bombas centrífugas monocelulares de entrada simples

No quadro seguinte apresentam-se as características dos grupos na Alternativa B, ou seja bombas centrífugas monocelulares de entrada simples:

Quadro 2 – Características dos grupos electrobomba. Alternativa B

	Solução 1		Solução 2			
	Grupos Principais		Grupos Principais	Grupos Auxiliares	Grupos Principais	Grupos Auxiliares
Modelo	Etanorm RM 200-500	NK 150-400/435	Etanorm RM 250-500	Etanorm RM 150-500.1	NK 150-250/260	NK 150-250/260
Caudal – m^3/h (l/s)	666 (185)	666 (185)	889 (247)	443 (123)	889 (247)	443 (123)
Altura de elevação (mca)	58	58	58	58	58	58
Velocidade de rotação (rpm)	1486	1480	1486	1488	2970	1490
Rendimento (%)	75	86	83	77	76	86
Potência do motor (kW)	160	160	200	132	200	110
Preço total (€)	78 720	92 793	77 520		82 790	

Verificou-se, no entanto, que a curva característica das bombas do tipo Etanorm, funcionando na velocidade nominal, não intersectava a curva característica da instalação quando o reservatório se encontra no nível de pleno armazenamento e os filtros estão limpos, pelo que a opção seleccionada não deverá passar por este tipo de grupo electrobomba.

De notar ainda, que na Solução 2, para esta gama de caudais, alguns fabricantes só disponibilizam bombas que funcionam com velocidades de rotação de 2970 rpm, ou seja com maior desgaste e menor durabilidade.

Caso fosse possível utilizar este tipo de grupo electrobomba, verifica-se que na Solução 1 (4 grupos iguais), e considerando o mesmo fabricante, o custo dos grupos seria cerca de 14% inferior no caso da Alternativa B. No caso da Solução 2 (2 grupos principais e 2 grupos auxiliares), o custo dos grupos seria cerca de 30% inferior nesta alternativa.

No entanto, na Alternativa A, os rendimentos apresentado pelas bombas da solução dos grupos todos iguais, é da ordem dos 86%, enquanto que na Alternativa B é da ordem dos 75%, ou seja bastante mais reduzido.

Os rendimentos apresentados pelas bombas da Solução 2, é da ordem dos 84/82 % (grupos principais/grupos auxiliares), na Alternativa A, enquanto que na Alternativa B é da ordem dos 83/77 %. Estas diferenças de rendimentos irão reflectir-se seguramente nos custos de exploração da instalação, ao longo dos anos.

5.4 Condicionamentos na nave dos grupos

Uma vez que os grupos electrobomba têm uma montagem distinta nas duas alternativas analisadas, foram estudados diferentes layouts possíveis para a estação elevatória. Na figura seguinte mostra-se uma instalação possível para os grupos electrobomba analisados na Alternativa A.

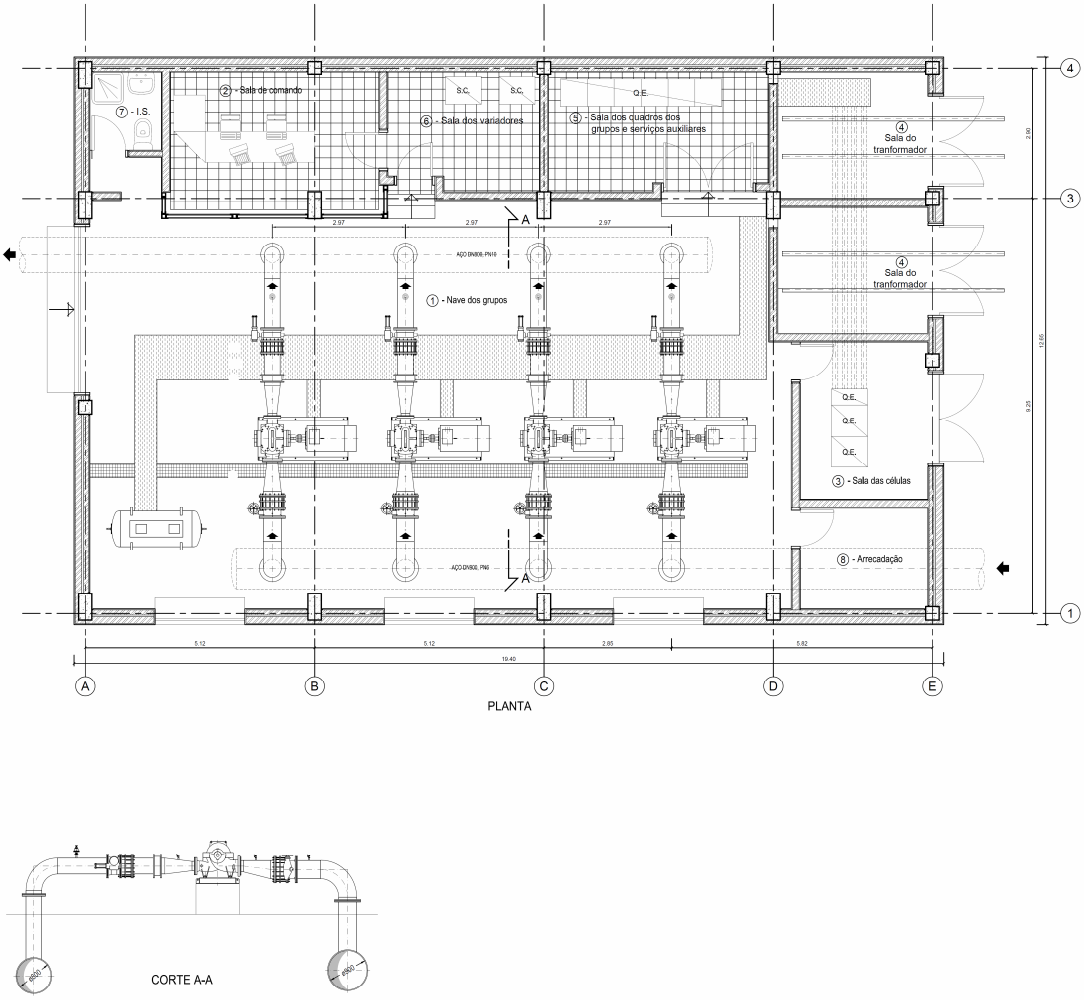

Figura 2 – Layout da estação elevatória – Alternativa A.

No caso da Alternativa B, as bombas centrífugas monocelulares de entrada simples podem ser montadas de várias formas possíveis, tendo sido estudadas 3 montagens distintas. Na figura seguinte é apresentada uma instalação possível para estes grupos, com o circuito hidráulico de compressão sobre o da aspiração.

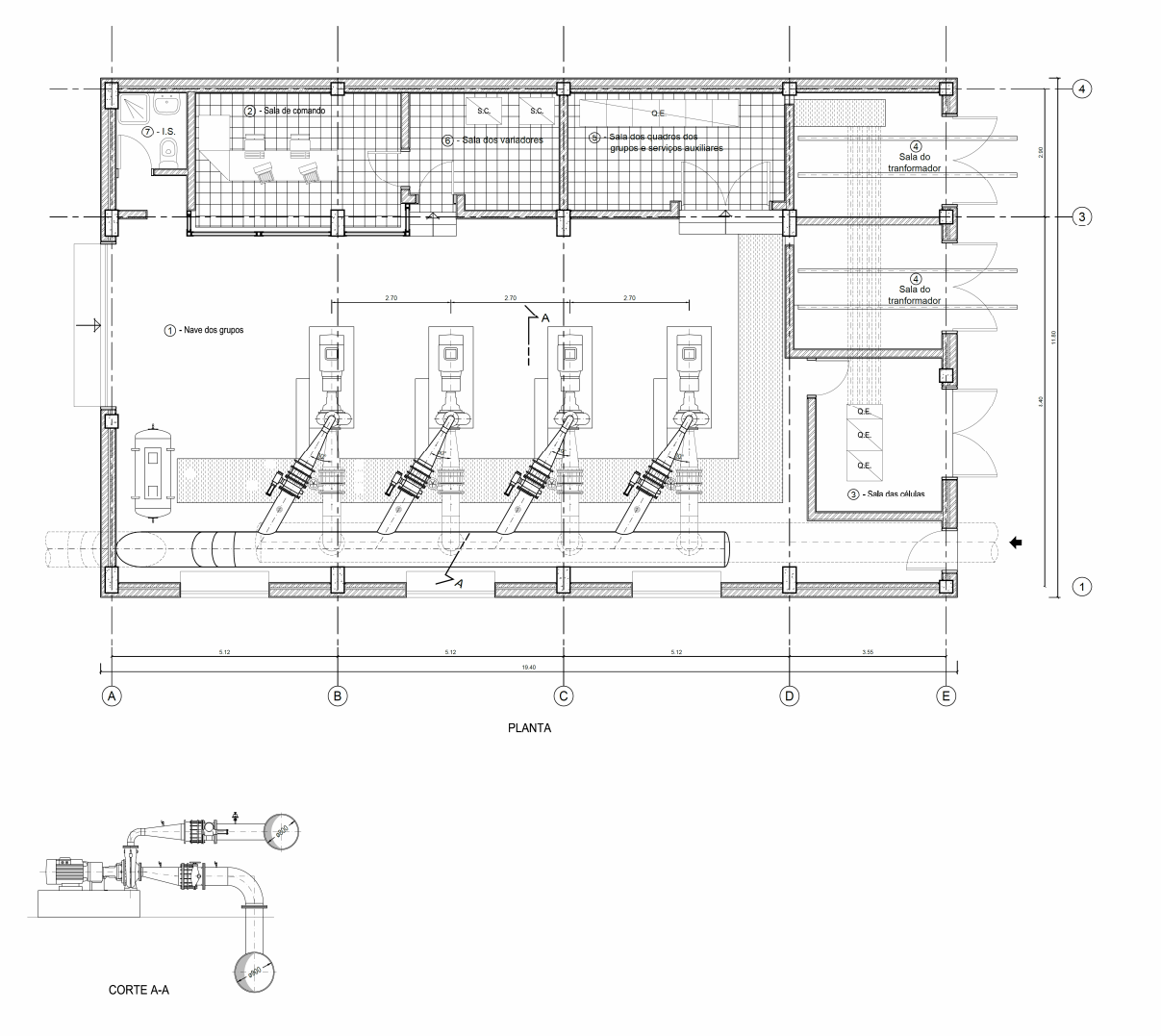

Figura 3 – Layout da estação elevatória – Alternativa B.

No entanto, o espaço ocupado em ambas as alternativas é semelhante, pelo que não irá influenciar, de forma significativa, o custo total das instalações numa análise comparativa.

5.5 Velocidades mínimas de funcionamento dos grupos electrobomba

De forma a garantir velocidades bastante baixas aquando do enchimento inicial das condutas, ou até mesmo em caso de despressurização da rede, preconiza-se, nas estações elevatórias para rega um caudal de enchimento de cerca de 10% do caudal de dimensionamento da estação elevatória.

Assim, no caso da estação elevatória do Alfundão, o caudal de enchimento será da ordem dos 74 l/s.

Na solução seleccionada (bombas de voluta bipartida e com impulsor radial de dupla entrada – Alternativa A), e em qualquer uma das soluções apresentadas (Solução 1 e 2), os grupos escolhidos permitem assegurar, em rotação reduzida, o valor de caudal pretendido. Para a velocidade mínima de funcionamento correspondente a uma alimentação a 35 Hz dos motores, os grupos da primeira solução admitem um caudal mínimo de 45 l/s, enquanto os grupos de menor capacidade da segunda alternativa admitem um caudal mínimo de 28 l/s.

Para a velocidade máxima de funcionamento, correspondente à situação mínima de pressurização a garantir pela rede, com alimentação dos motores a 46,5 Hz, os grupos da primeira

solução admitem um caudal mínimo de 57 l/s, enquanto os grupos de menor capacidade da segunda alternativa admitem um caudal mínimo de 38 l/s.

Durante o referido processo de enchimento/rearme da rede, o grupo a velocidade variável da primeira solução irá funcionar com rendimento entre os 74 e 67%, enquanto o grupo (menor capacidade) a velocidade variável da segunda alternativa irá ter rendimento entre os 79 e 74%.

No funcionamento em regime intermitente, e admitindo um rendimento mínimo admissível de 70%, o grupo da primeira alternativa disponibilizará um caudal de 95 l/s para uma margem de regulação de aproximadamente 10 m.c.a. O grupo de menor capacidade da segunda solução debitará um caudal 72 l/s para uma margem de regulação de 6 m.c.a. A relação caudal/margem de regulação da primeira alternativa permite um menor volume do reservatório hidropneumático comparativamente com a segunda solução.

Apresenta-se em seguida as curvas características dos grupos electrobomba para o caudal máximo de dimensionamento, com todos os grupos em paralelo:

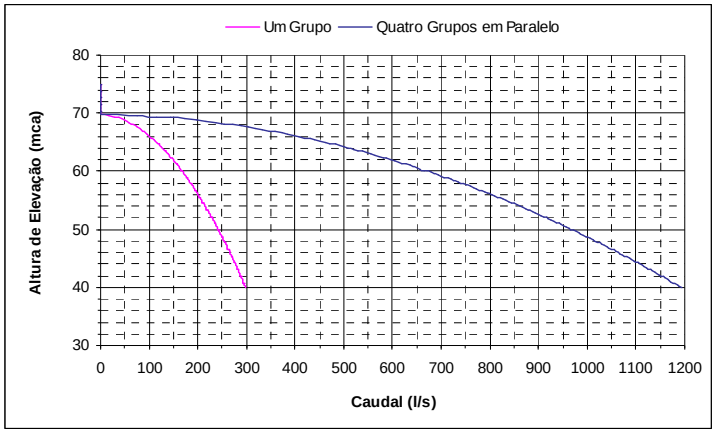

Figura 4 – Grupos electrobomba em paralelo para a Solução 1

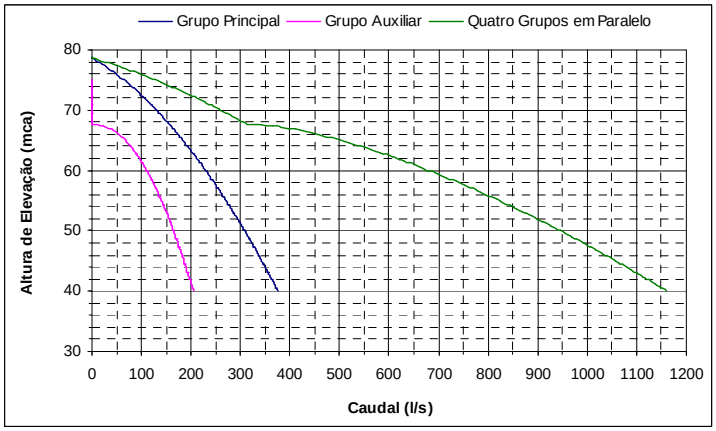

Figura 5 – Grupos electrobomba em paralelo para a Solução 2

Exceptuando o funcionamento para rearme/enchimento da rede, a primeira alternativa apresenta para a maioria dos pontos de funcionamento melhores resultados que a segunda, diminuindo assim os custos de exploração.

Atendendo ao atrás exposto, considerou-se que a primeira solução apresenta melhores vantagens técnico-económicas para a situação em estudo, tendo sido a seleccionada para esta estação elevatória.

6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE FILTRAÇÃO PARA REGA

A jusante dos grupos electrobomba será instalada uma estação de filtração que possibilite o correcto funcionamento dos equipamentos hidráulicos instalados na rede de rega. Neste ponto pretende-se apenas indicar os critérios de dimensionamento normalmente utilizados nas estações de filtração para rega.

Relativamente ao caudal a filtrar, foi considerado cerca de 120% do caudal de dimensionamento da rede de rega. No caso de avaria de um filtro, o caudal a garantir pelos outros filtros será da ordem dos 100% do caudal de dimensionamento, embora com uma perda de carga ligeiramente maior.

A estação tem como objectivo reter as partículas sólidas em suspensão na água de rega, de origem mineral ou orgânica, de dimensões superiores aos admitidos pelos equipamentos instalados na rede secundária (ventosas e hidrantes). A filtração necessária ao nível da rede de rega terciária, ou seja, a jusante da boca de rega será da responsabilidade do agricultor. De acordo com este conceito, afigura-se necessário assegurar apenas um grau de filtração igual ou inferior a 1,5 mm, tendo sido esse o valor adoptado na estação elevatória do Alfundão.

Nesta estação elevatória, optou-se por instalar os filtros na nave dos grupos electrobomba, de modo a ficarem protegidos dos agentes atmosféricos.

7 CONCEPÇÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES

Com base nos grupos electrobomba seleccionados (4 grupos electrobomba iguais) e pelo facto de se ter optado pela colocação dos filtros na nave dos grupos, o layout final da estação elevatória do Alfundão é o apresentado na figura seguinte:

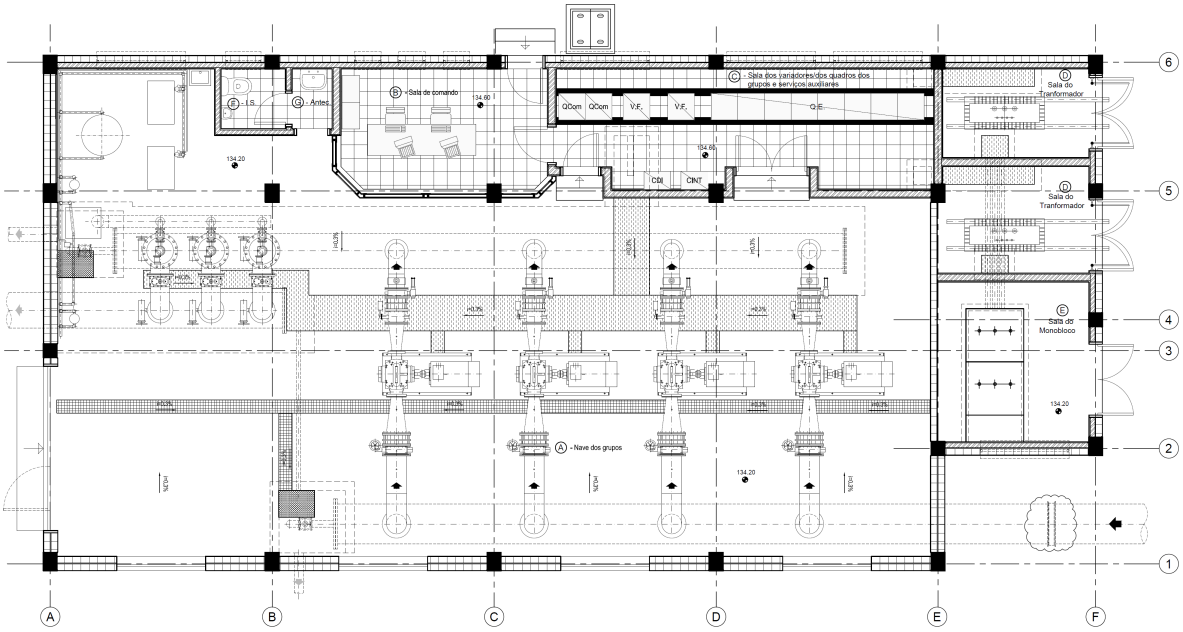

Figura 6 – Layout final da estação elevatória.

O edifício da estação elevatória é composto por dois módulos distintos, tendo o mais alto, que alberga os grupos electrobomba um pé direito máximo de 5,60 m. Nesta nave, para além dos grupos electrobomba, e tubagens associadas, estão instalados os filtros e a unidade de produção e tratamento do ar comprimido.

O módulo mais baixo que alberga a sala de comando, a sala dos quadros e variadores, a dos transformadores, e as instalações sanitárias tem um pé direito de 3,0 m. A sala de comando fica

localizada a meio da nave, com o piso sobrelevado relativamente à nave dos grupos, permitindo uma boa visualização de toda a nave e de todos os grupos electrobomba.

Desta forma, a estação elevatória do Alfundão apresenta uma estrutura muito compacta, mas permitindo também uma grande funcionalidade.

Optou-se ainda por uma arquitectura simples, sendo as paredes da nave dos grupos e do módulo inferior em alvenaria de blocos de betão split com acabamento rugoso na cor lioz, o que, para além de se tornar mais barato na fase da construção, tem uma manutenção muito mais reduzida.

Figura 7 – Vista geral da estação elevatória.

Figura 8 – Vista geral da nave dos grupos.

Figura 9 – Pormenor da sala de comando.

8 CONCLUSÕES

Nos blocos de rega com predomínio da pequena propriedade, onde o abastecimento é feito em pressão, é necessária, na maioria das situações, a construção de estações elevatórias. Estas estações elevatórias para rega, em geral, caracterizam-se pelas suas elevadas potências de funcionamento, e pela grande variabilidade do regime de utilização.

Estas potências elevadas conduzem a gastos energéticos muito significativos, pelo que a optimização do sistema estação elevatória/rede de rega, é de extrema importância.

Por este motivo, tem-se privilegiado soluções onde alguns hidrantes poderão não ter as condições óptimas de pressão em todos os cenários de funcionamento.

Outro aspecto de grande relevância na redução dos gastos energéticos prende-se com a selecção de grupos de elevados rendimentos. Existem vários tipos de bombas disponíveis no mercado, embora, para algumas gamas de caudais e pressões, a escolha seja limitada.

Como se mostra no estudo apresentado, é possível a adopção de layouts compactos para a estação elevatória sem comprometer a funcionalidade desta, reduzindo-se simultaneamente o custo global das instalações.