

ESTAÇÕES DE BOMBAGEM DE PRESSURIZAÇÃO/DISTRIBUIÇÃO EM APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

Alberto F. FREITAS

Eng.º Agrónomo, DGADR, Av. Afonso Costa, 1949-002, Lisboa, +351.21.844.24.45, afreitas@dgadr.pt

1. INTRODUÇÃO

A presente comunicação tem como objectivo apresentar a experiência da DGADR e dos organismos que lhe antecederam, enquanto entidade com a competência para a elaboração dos estudos prévios e dos projectos de execução e para a construção das obras em Aproveitamentos Hidroagrícolas, focando-se na vertente das Estações de Bombagem.

É esse o caso das obras classificadas como sendo de grupo I (interesse nacional) e grupo II (interesse regional) e realizadas nos últimos 25 anos, excluindo-se porém as respeitantes ao Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) onde a responsabilidade pertence à EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva. No entanto, os projectos de execução relativos às redes secundárias deste empreendimento são também acompanhados pelos técnicos da Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, que elaboram Parecer técnico com vista à fundamentação de suporte para a aprovação formal pelo respectivo órgão de Tutela.

A experiência da DGADR com estações de bombagem baseia-se ainda no trabalho realizado com algumas Associações de Beneficiários quer no apoio à exploração quer na realização de intervenções técnicas que visaram a reparação de equipamentos ou reabilitação de instalações.

2. HISTÓRICO

Associado a sociedades que demonstravam já um elevado grau de desenvolvimento económico que lhes permitiu a realização de obras com algumas dimensão, datam de há cerca de cinco mil anos os primeiros grandes empreendimentos hidroagrícolas. São disso exemplo as civilizações suméria, babilónica e assíria, na Mesopotâmia, a egípcia, no vale do Nilo, Harappa e Mohenjo-Daro, na bacia do Indo e a civilização chinesa, no vale do Rio Amarelo (RAPOSO, 1994)

No nosso país, a prática da agricultura de regadio poderá estar directamente ligada à chegada dos Celtas à Península Ibérica (RAPOSO, 1994), a partir do séc. VI a.C., quando esta se encontrava ainda na Idade do Bronze.

A utilização da água na agricultura desde sempre fez uso de utensílios que facilitaram a sua disponibilização às plantas. Dispositivos do tipo cabaço, com os quais a água era lançada directamente sobre as plantas terão sido, se aceitarmos usar critérios bastante alargados, as primeiras máquinas elevatórias usadas no regadio no território português.

Muito possivelmente, terá sido através dos Cartagineses que os primeiros regadios foram introduzidos no sul de Portugal, os quais terão feito uso de aparelhos para elevação de água como a nora e a picota. Estes aparelhos, de origem mediterrânica, tiveram entre nós uma ampla divulgação, muito particularmente durante o domínio árabe da península, sendo já bastante utilizados desde os tempos do domínio romano (CASTRO CALDAS, 1987 in RAPOSO, 1994).

Associado ao legado árabe, é ainda possível encontrar em Portugal noras em bom estado de conservação e funcionamento graças aos esforços dos seus proprietários em assim mantê-

las, pelo papel histórico que representaram, pelo aspecto didáctico e, por muitas delas se enquadrarem em termos arquitectónicos numa paisagem rural que a custo se vai tentando manter. Porém, mais frequentemente, o que ocorre é a sua degradação, encontrando-se muitas já em ruínas, abandonadas ou semi-abandonadas, já que, a utilização generalizada de bombas para elevação de água dos respectivos poços, tornou obsoleto os mecanismos utilizados até há algumas dezenas de anos. Na figura 1 podem ser observadas algumas reproduções de máquinas antigas.

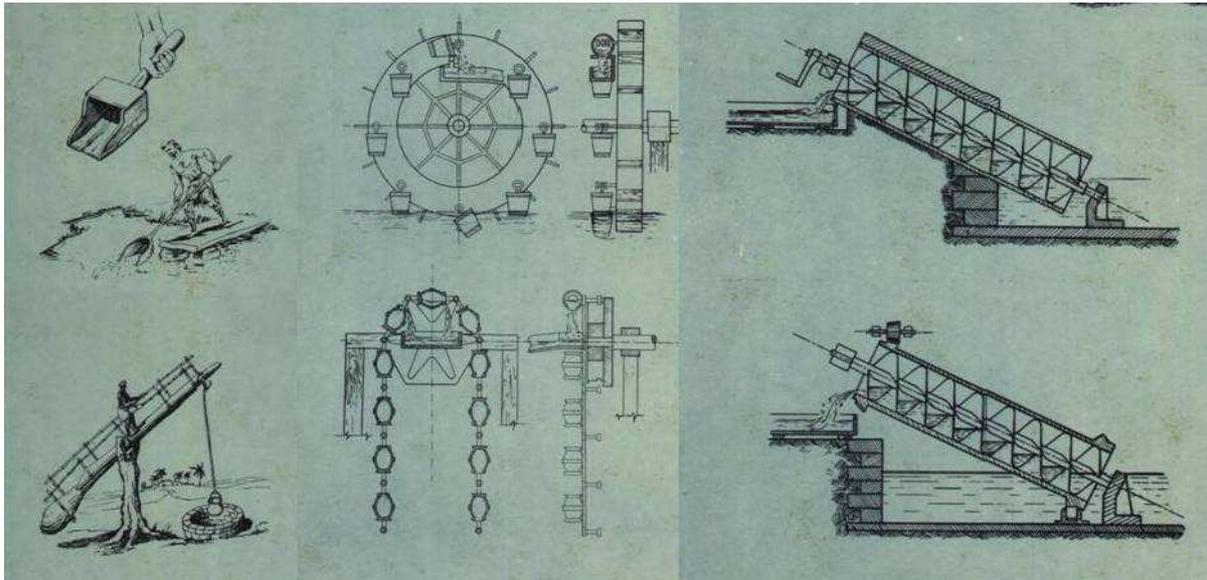


Figura 1 – Máquinas elevatórias primitivas
(extraído de poster publicado pela ex-Direcção Geral dos Recursos Naturais)

Com um papel relevante na história das máquinas elevatórias não pode deixar de ser feita referência ao parafuso de Arquimedes e ao carneiro hidráulico.

Apesar de poder ser considerada uma máquina primitiva o parafuso de Arquimedes (287 a.C.-212 a.C.) continua a ser amplamente utilizado nos nossos dias já que, devidamente motorizado, permite transportar com eficiência volumes de água significativos, entre pequenos desníveis, e inclusivamente carregados com partículas sólidas como por exemplo esgotos ou lamas resultantes do seu tratamento em estações de águas residuais.

A definição geometria do parafuso de Arquimedes tem em consideração alguns parâmetros externos tais como o raio externo, o comprimento e a inclinação e alguns internos como o raio interno, o número de voltas e o passo da espiral. Os parâmetros externos são habitualmente determinados pela localização do parafuso e pelo volume do fluido que vai ser elevado. Os parâmetros internos podem ser escolhidos de forma a otimizar a performance do parafuso.

Do ponto de vista histórico o carneiro hidráulico poderá ser considerada uma máquina dos tempos modernos. Com a sua autoria atribuída ao francês Joseph Michel Montgolfier (mais conhecido pela invenção do balão de ar quente) em 1796 o carneiro hidráulico consegue elevar água a partir de um determinado nível, a outro mais elevado, com redução do caudal inicial recorrendo ao efeito do golpe de aríete para criar uma pressão que “empurra” parte do fluxo de água.

Trata-se de um mecanismo de funcionamento muito simples e com pouca manutenção e que, não obstante a sua baixa eficiência, por não necessitar de outra fonte de energia para além da própria energia cinética do fluido, continua a ter ampla utilização. Porquanto exista caudal disponível a montante o carneiro hidráulico pode funcionar indefinidamente.

As máquinas elevatórias são designadas de uma forma geral por bombas e podem ser classificadas pela forma como transmitem energia ao fluido, em bombas volumétricas e bombas cinéticas. As máquinas anteriormente mencionadas pertencem ao grupo das bombas volumétricas em que volumes isolados de fluido são deslocados para outro local através da aplicação de uma força. Uma das principais limitações deste tipo de bombas prende-se com o facto de não permitirem a pressurização de tubagens.

As máquinas que equipam as estações de bombagem dos aproveitamentos hidroagrícolas pertencem, porém, ao grupo das bombas cinéticas ou bombas de turbina. Apesar de somente no séc. XIX terem começado a ser construídas para uso real, o conceito era já bastante antigo tendo Leonardo da Vinci sido autor de um projecto de um vaso giratório que aplicava força centrífuga a um líquido que assim se elevava a um plano superior. Contudo, segundo WIJDIEKS e BOS (1981) a primeira bomba de turbina terá sido usada em minas de cobre em Portugal no séc. V.

A utilização de bombas para elevação de água surgiu principalmente pela necessidade de transporte de água para irrigação, recorrendo primitivamente à força humana e força animal. Nos nossos dias recorre-se a motores térmicos ou motores eléctricos para fornecer às bombas a força motriz necessária ao desempenho das suas funções. No essencial, as estações de bombagem são sistemas elevatórios que têm como equipamento principal um ou mais grupos de bombagem (bomba acoplada a um motor) associados a outros equipamentos auxiliares para comandar, supervisionar e proteger o funcionamento da instalação.

Em 1930 foi criada em Portugal a Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola (JAOHA) com o objectivo de concretizar o conjunto de empreendimentos hidráulicos pensados para concretizar a política do governo da altura, destinada ao aumento da capacidade produtiva do país. O primeiro aproveitamento hidroagrícola construído durante a vigência da JAOHA foi o aproveitamento do Paul de Magos, concluído em 1938.

Muitos dos aproveitamentos hidroagrícolas que foram sendo construídos desde então pelos vários organismos a quem foram atribuídas as competências da JAOHA foram equipados com estações de bombagem quer destinadas à rega (por ex. Mira) quer destinadas à drenagem (por ex. Cela) ou até com ambas as funcionalidades (Conchoso, Lezíria de Vila Franca).

Pelos desafios específicos que se prendem com a questão da regulação automática das estações o tema aqui apresentado incidirá sobre as estações de bombagem destinadas à pressurização e distribuição de água para rega em sistemas de condutas. A primeira experiência data da década de 1980 com a construção da estação de bombagem do aproveitamento hidroagrícola da Vigia, no Alentejo.

3. O PROJECTO

3.1 Desafios

Os desafios colocados pelas estações de bombagem iniciam-se desde logo na fase de projecto e abarcam áreas tão diversas como hidráulica, mecânica, electrotecnia, construção civil, etc. Proporcional ao número de valências envolvidas é o número de soluções que por essa

mesma razão se depara a quem tem que coordenar um projecto multidisciplinar como o que está em causa. Nos últimos anos, os projectos desenvolvidos no âmbito do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva têm mostrado isso mesmo. Situações com dados iniciais semelhantes tiveram soluções finais bastantes diferentes.

3.2 Das bombas

As primeiras estações de bombagem destinadas à rega através da distribuição de água em pressão foram a Vigia e o Lucefecit. Ambas as instalações são, pela sua localização, estações de pé de barragem, captando água a partir das respectivas albufeiras. Se nestes casos não se levantam dúvidas quanto ao tipo de bombas a instalar, o mesmo não poderá ser dito quando a captação se faz a partir de um reservatório semi enterrado como é o caso da estação de bombagem de Montes Velhos no Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo onde foram instalados grupos de coluna vertical, com bomba imersa e motor à superfície. Neste último caso, como em alguns dos projectos para o EFMA a escolha já não é, porém, tão óbvia.

O mercado não apresenta actualmente muitas alternativas no caso dos grupos de coluna vertical, com motor à superfície pelo que a opção que se depara ao projectista é a instalação de grupos em câmara seca. Neste caso será necessário ponderar os custos associados à construção civil já que, para garantir o NPSH (acrónimo em língua inglesa para net positive suction head) requerido pela instalação, as bombas deverão ter que ser colocadas a cotas que obrigam à execução de grandes volumes de escavação e à consequente necessidade de reforço da estrutura de betão armado do edifício.

Nos projectos do EFMA onde esta questão se põe, a opção recaiu quase sempre no recurso às bombas submersíveis.

Seja qual for o tipo de bomba que esteja em causa, os parâmetros fundamentais, quando se trate de dimensionar os equipamentos, é o caudal e a altura manométrica. O caudal de dimensionamento depende, naturalmente, do nº de grupos a instalar e, para a sua determinação não existe o conceito de solução correcta. Antes porém, deveremos falar de solução de compromisso.

Tratando-se de bombagem para rega, não existe, em princípio, necessidade de se montar na instalação grupos de reserva já que o caudal máximo é raramente atingido e, mesmo quando seja necessário proceder à reparação de um grupo, a probabilidade de os restantes continuarem a assegurar o caudal requerido pela rede é muito grande. Além disso, e porque a gama de caudais numa rede de rega vai do caudal nulo até ao caudal máximo, recorre-se à introdução de um ou mais grupos auxiliares (de menor caudal que os grupos principais) que podem também funcionar como reserva aos grupos principais.

Assim, a determinação do número de grupos de uma instalação, passa mais por ser uma escolha onde são ponderadas questões como eficiência, custos de manutenção, flexibilidade de caudais, etc. Em grande parte dos blocos de rega do EFMA onde é possível atingir potências próximo de 1GW há ainda que ter em conta a tensão nos motores. Tendo em conta os equipamentos normalizados no mercado o número de grupos principais nas estações de bombagem varia, normalmente, entre 3 e 5.

Observados os critérios técnicos coloca-se ao projectista, por vezes e perante os catálogos dos fabricantes, a dúvida da escolha em função de um custo de aquisição das bombas já que este, por regra, só é obtido através de consulta. Esta questão foi tema de reflexão quando, para determinadas gamas de caudais e alturas manométricas, houve que decidir entre

bombas centrífugas de voluta simples e bombas centrífugas de câmara bipartida. Com a colaboração de um fabricante, foi possível elaborar o quadro de duas entradas que a seguir se apresenta (quadro 1).

O quadro apresenta o quociente entre o preço de aquisição dos dois tipos de bombas que mais se adequam para o mesmo binómio caudal/altura manométrica. Considerando que a eficiência é mais elevada nas bombas de câmara bipartida tomou-se o valor de 80% como o limiar a partir do qual se torna mais interessante a opção por este tipo de bombas (área amarela do quadro). Abaixo deste valor (relação de custos de aquisição inferior a 0,8) a opção mais indicada recai sobre as bombas de voluta simples (área verde do quadro).

No entanto, as opções tomadas a partir da consulta do quadro deverão ser encaradas simplesmente como um ponto de partida para o desenvolvimento do projecto.

Quadro 1 – Selecção de bombas

H (mc.a.)												
80-90	0,29	0,43	0,41	1,00	0,99	0,82	0,85	0,86	0,85	0,85		
70-80	0,27	0,39	0,39	0,78	0,96	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84		
60-70	0,25	0,34	0,53	0,68	0,83	0,86	0,90	0,92	0,84	0,87	0,96	
50-60	0,25	0,28	0,38	0,63	0,70	0,84	0,92	1,01	0,89	0,90	0,94	
40-50	0,24	0,26	0,50	0,56	0,63	0,72	0,90	0,97	1,02	0,96	1,05	
30-40	0,21	0,22	0,38	0,48	0,60	0,64	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	
20-30	0,19	0,30	0,41	0,40	0,42	0,67	0,77	0,68	0,74	0,77	0,78	
	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	
	Q(M ³ /H)											

Tão importante como a escolha e o dimensionamento dos grupos principais, o dimensionamento dos grupos auxiliares é um factor chave no sucesso de uma instalação. O regime de exploração de um aproveitamento hidroagrícola possui particularidades muito próprias e que torna distintas de outras, as estações de bombagem que deles fazem parte. Em grande parte do tempo, o caudal na rede é tão baixo que durante esses períodos somente se torna necessário o uso dos grupos auxiliares.

Em estações como o Benaciate, que possuía somente um grupo auxiliar, e onde o caudal bombado foi sempre bastante inferior à capacidade instalada procedeu-se à substituição de um dos grupos principais por mais um grupo auxiliar. Conseguiu-se desta forma, para caudais mais baixos, e através da alternância do funcionamento dos grupos, duplicar o intervalo de tempo entre arranques sucessivos.

As configurações típicas apresentam um ou dois grupos auxiliares dimensionados normalmente para um valor de aproximadamente metade do caudal nominal dos grupos principais.

Com a evolução dos variadores de frequência, que permitem variar a velocidade de rotação dos motores dos grupos, tornou-se possível responder melhor à curva de funcionamento das instalações. Enquanto a sua utilização nos grupos auxiliares tem sido adoptada de forma

generalizada já no que respeita aos grupos principais a decisão quanto ao número de grupos a equipar com variadores de frequência nem sempre tem sido unânime.

De facto, a opção pela variação de velocidade passou, em muitos casos, a ser feita somente com base nas vantagens destes equipamentos. Não obstante os inegáveis aspectos positivos há que ponderar logo no estudo prévio de soluções, quer os custos de investimento quer os que advêm da manutenção por eles requerida.

3.3 Da alimentação eléctrica

Em dependência directa da potência dos motores dos grupos electrobomba, a alimentação eléctrica das estações de bombagem é igualmente objecto de particular atenção. O carácter sazonal da actividade de regadio tem como consequência, na maior parte das instalações, a paragem quase total do seu funcionamento. Porém, os custos fixos associados à potência instalada e os custos da energia reactiva produzida nos períodos de baixo consumo de energia eléctrica obriga a adoptar soluções que possam favorecer a gestão da instalação.

A redução dos custos com energia reactiva pode ser conseguida através da utilização de motores com variador de frequência ou da colocação de condensadores na instalação. Se no primeiro caso a redução dos custos pode ser somente uma consequência positiva da opção do projectista pela utilização de inversores por outras razões que não a diminuição da energia reactiva, a colocação de condensadores deverá ser encarada como um equipamento previsto no projecto de execução.

Não obstante o custo de um condensador, pela redução de custos que promove, ser rapidamente amortizado, o seu elevado valor de aquisição dificulta que este investimento venha a ser feito posteriormente, já durante a fase de exploração da obra.

A instalação de transformadores de tensão capazes de suportar a potência máxima da instalação é uma inevitabilidade porquanto há que assegurar o funcionamento de todos os equipamentos. Para procurar minimizar os custos de exploração é possível recorrer da instalação de dispositivos que permitam uma gestão do uso dos transformadores, adequada ao regime de consumos associado à rega dos aproveitamentos hidroagrícolas portugueses, tais como os sistemas de interbarras.

No entanto, e apesar das limitações impostas pela entidade fornecedora dos serviços de energia, que não permitem ir tão longe quanto seria desejável, o tema da alimentação eléctrica, pelas fortes consequências económicas que acarreta, a manutenção da sua discussão continua a revelar-se de especial interesse.

3.4 Da construção civil e ambiente

Um aspecto que parece ter-se mantido inalterado nos últimos trinta anos diz respeito à arquitectura das estações de bombagem. Mais ou menos integrado nas paisagens onde se inserem, os edifícios são no geral compostos por uma nave suficientemente grande para albergar os grupos electrobomba e um equipamento para a sua movimentação (ponte rolante ou pórtico) e um conjunto de salas que podem fazer ou não parte do edifício principal.



Figura 2 – Edifícios das estações de bombagem do Benaciate (esq.) e Minutos (dir.)

Naturalmente, respeitando aspectos que se prendem com a conformidade ambiental da construção, o edifício de uma estação de bombagem deve acima de tudo ser tecnicamente funcional. E, neste sentido, vários aspectos são particularmente estudados tendo em vista a protecção ambiental dos equipamentos.

Localizados normalmente fora de zonas arborizadas tem havido a preocupação de estudar a orientação geográfica mais conveniente para os edifícios de modo a que a sua construção garanta a exposição a Norte das suas zonas mais sensíveis e que são as áreas onde vão ficar localizados os quadros eléctricos.

A complexidade em termos eléctricos e electrónicos que actualmente pode ser encontrada numa estação de bombagem exige a montagem de um elevado número de quadros eléctricos para a protecção, comando e supervisão desses equipamentos. Nos projectos mais recentes procurou-se assegurar a existência de um sistema que promova a ventilação adequada do espaço onde se encontram instalados esses quadros e garantindo, além disso, que estes tenham o índice de protecção ajustado às condições a que se encontram sujeitos. A humidade e consequente condensação de vapor de água e a existência de poeiras atmosféricas têm sido apontadas como causas de algumas anomalias graves em estações de bombagem.

Sobretudo quando se trate de instalar variadores de frequência, pelo calor que irradiam, torna-se apropriada a climatização dessas salas através de aparelhos de ar condicionado, estendendo essa utilização igualmente à sala do operador.

Pela sua dimensão, sobretudo devido ao elevado pé direito, o ar quente gerado na nave das bombas tenderá naturalmente a subir. Através de aparelhos de extracção de ar conjugados com grelhas de ventilação é possível aproveitar esse movimento ascensional e promover a saída do ar quente provocado pelos motores em funcionamento.

A cobertura da nave deverá acima de tudo garantir a estanqueidade do edifício permitindo o escoamento das águas pluviais de forma a não pôr em causa a restante estrutura. Em termos de isolamento térmico o material usado deverá garantir que o calor provocado pela exposição solar não seja transmitido ao interior do edifício ou às camadas mais internas da estrutura.

Um outro aspecto a que temos prestado particular atenção é à segurança dos transformadores quando estes são colocados no edifício da estação. Em alguns casos, para garantir a ventilação do local, os portões colocados não cobrem todo o vão e mesmo quando o fazem são usadas redes que permitem a passagem de aves e insectos. Em consequência disso,

quer o local quer o próprio equipamento acumula rapidamente sujidade. A solução que tem sido preconizada passa pela colocação de portões com dois níveis de protecção; um com grelha que garanta a ventilação e impeça a entrada de água e outro com rede de malha fina para evitar a entrada dos animais.

Considerando o nível de vandalismo a que se vai assistindo nos últimos anos nas zonas rurais, há que ponderar também, para além dos sistemas de CCTV e alarmes de intrusão, o reforço da segurança das entradas das instalações.

3.5 Da supervisão

O conhecimento dos parâmetros de funcionamento de uma estação de bombagem, quer em tempo real quer o seu histórico sempre foi, e continua a ser, uma preocupação de quem projecta, de quem constrói e de quem explora.

Os quadros eléctricos desde sempre serviram para o comando e controlo dos equipamentos funcionando perfeitamente para esse fim através das botoneiras e lâmpadas de aviso instaladas nas suas portas, sendo a monitorização do funcionamento dos motores eléctricos feita através de voltímetros e amperímetros. São disto exemplo as estações de bombagem da Vigia e Benaciate, ainda que esta última tenha sofrido algumas actualizações.

Em termos hidráulicos os manómetros de pressão instalados em picagens feitas nas condutas continuam a ser equipamentos essenciais nas instalações. Também os caudalímetros são equipamentos essenciais ao funcionamento das estações de bombagem. Na Vigia, porque o modo de regulação da estação não requeria o conhecimento do caudal, este equipamento não foi instalado. Porém, porque a experiência o indica e porque alguns problemas têm ocorrido, está prevista a instalação de caudalímetros em intervenção a efectuar no âmbito da sua reabilitação.

A vontade de reunir num único local todos os comandos, sinais e avisos referentes ao sistema de bombagem levou à introdução dos painéis de controlo centralizado à semelhança do que já existia na indústria. O painel de controlo que equipou a estação do Lucefecit permitia ainda proceder ao registo em papel de alguns parâmetros de funcionamento.



Figura 3 – Quadros de comando da estação de Bombagem do Benaciate (esq.)

O desenvolvimento da electrónica e dos autómatos programáveis (PLC) e a generalização do uso de computadores veio permitir a evolução dos sistemas de supervisão até atingir o ponto que hoje se conhece.

Os limites do que é possível fazer actualmente prende-se mais com aspectos de ordem financeira do que de ordem técnica. Mais, a aplicação das tecnologias pode fazer parte de acções de reabilitação sem que seja necessário proceder a modificações vultosas. E, se há alguns anos atrás era imperativo que existisse uma grande uniformidade entre os equipamentos destinados à área da supervisão para que fosse possível garantir a comunicação entre eles, actualmente, as linguagens de programação usadas recorrem a protocolos abertos que tornam viável a sua perfeita integração.

Os PLCs constituem o verdadeiro cérebro de uma estação de bombagem actual. Através destes é feita a integração de todos os sinais (entradas) produzidos pelos equipamentos. Após o processamento, o PLC envia outros sinais ou ordens (saídas) repetindo este ciclo indefinidamente. A complexidade destes sistemas pode crescer tanto quanto for necessário.

De facto, através de programação de autómatos é possível idealizar um sistema que responda a todas as exigências de uma instalação deste tipo. Contudo, e não obstante todo o esforço de testagem desenvolvido durante e após a fase de obra, não é possível prever todas as situações que ocorrem ao longo da sua exploração devido ao regime de funcionamento tão variado e que tanta influência exerce nos sistemas de regulação. Além disso, uma vez desenvolvido o programa, do ponto de vista da sua exploração, tornou-se um produto final.

Nas estações de bombagem actuais o computador pessoal tornou-se o verdadeiro interface entre o operador e os equipamentos. A experiência que o operador adquire tem que poder ser transmitida ao sistema. A partir da análise da lista exhaustiva dos sinais e comandos que entram e saem do autómato programável (que deve constar logo do projecto de execução) é possível, durante a fase de desenvolvimento do software, prever quais os parâmetros que podem vir a ser alterados, durante a exploração, dentro de intervalos previamente definidos. A inclusão desta valência num sistema de supervisão dá ao operador a capacidade para afinar o sistema de acordo com a situação presente.

Os sistemas de supervisão possibilitam, remotamente e em tempo real, conhecer em cada instante o funcionamento da instalação. Permitem ainda proceder ao registo de diversos parâmetros, emitir alarmes e manter o histórico de todos os eventos mais ou menos relevantes. Por tudo isto, as estações de bombagem são frequentemente designadas por instalações abandonadas.

Parece-nos mais adequada a designação de estações de funcionamento automático. Apesar disso, as estações devem permitir a intervenção de um operador quer a partir dos quadros de comando quer a partir de consolas localizadas junto aos grupos. Este modo de funcionamento manual deve, no entanto, continuar a ser gerido pelo PLC de forma a salvaguardar contra possíveis acções que possam colocar em risco, quer a estação, quer os equipamentos individualmente.

Em 30 anos evoluímos de uma situação de estações operadas sob supervisão quase constante por parte de um operador, para instalações que, pelos automatismos que a compõem é criada a sensação de que este poderá ser dispensado. Nada é menos verdadeiro. O factor humano é essencial e imprescindível, e o grau de sofisticação que se atingiu só torna mais exigente a qualificação do operador.

3.6 Dos sistemas de regulação

Os sistemas de distribuição de água para rega devem ser concebidos para fornecer água, sempre que haja solicitação, pressupondo que o caudal na rede varia com o tempo de forma

considerável. Para isso é necessário que as estações de bombagem possuam os dispositivos de regulação que, em qualquer momento, garantam as exigências de caudal e pressão. As modernas estações de bombagem em redes de rega pressurizadas estão equipadas com tais dispositivos e que asseguram a regulação automática do sistema.

Um dos métodos de regulação com bastante utilização nos nossos aproveitamentos hidroagrícolas recorre a um reservatório colocado numa posição elevada em posição intermédia ou no final da rede. O arranque e paragem dos grupos é comandado a partir dos níveis de água registados no reservatório

Este método de regulação apresenta as seguintes vantagens genéricas:

- A carga na rede varia muito pouco e, no caso do reservatório se encontrar colocado em ponto intermédio da rede, as bombas podem funcionar praticamente sempre no mesmo ponto de rendimento óptimo da sua curva característica;

- Não é necessária carga extra para o reservatório de regulação o que torna os custos de bombagem mais atractivos, quando comparados com os de um sistema com reservatório hidropneumático;

- O volume do reservatório de regulação é mínimo e a ausência de equipamento sofisticado garante a fiabilidade do sistema;

- É um sistema barato quando o reservatório de regulação se encontra próximo da estação elevatória, uma vez que envolve simplesmente a instalação de um cabo eléctrico para a transmissão de sinais.

Apresenta as seguintes desvantagens:

- O sistema torna-se caro se o reservatório se situa longe da estação;

- É necessário que o reservatório seja instalado em local elevado, nem sempre existente nas áreas regadas. Quando inexistentes têm de ser construídos reservatórios sobre-elevados de custo relativamente alto. Dado o custo da torre ser mais elevado que o do reservatório, este sistema é adequado para perímetros com grandes áreas mas proibitivo para os pequenos perímetros a não ser que exista um local elevado que dispense a construção da torre;

- Todo o caudal tem que ser bombado para a cota máxima;

O sistema tem particular interesse quando se trate de estações de bombagem cujo regime de funcionamento seja muito pouco variável. No caso particular dos Minutos onde a regulação é feita a partir de um reservatório colocado em posição intermédia e em que todos os grupos instalados inicialmente eram iguais e com velocidade fixa, existia um regime de paragens e arranques demasiado frequentes.

Não porque o dimensionamento dos grupos ou do reservatório estivesse errado. O que acontece neste como noutros sistemas é a necessidade de dimensionar toda a estação para a situação hidraulicamente mais desfavorável (nível mínimo na albufeira, caudal máximo, perdas de cargas máximas) e, no entanto, ter que continuar a responder a toda a gama de caudais em que o caudal máximo é o que, na maioria das vezes, ocorre menos frequentemente.

Esta estação de bombagem sofreu alterações recentes com a substituição dos grupos electrobomba por outros de menor dimensão, equipados com variação de velocidade.

O outro método de regulação mais usado em de estações de bombagem em redes de rega é a regulação manodebitométrica. A regulação manodebitométrica baseia-se no

conhecimento, em cada instante dos parâmetros pressão e caudal. A pressão em causa é a que ocorre num reservatório hidropneumático (RH) a jusante dos grupos e o caudal é obtido a partir da leitura de um caudalímetro colocado no início da rede.

Uma vez que o princípio de funcionamento se baseia no binómio caudal/pressão da rede torna-se primordial que exista um perfeito conhecimento destes parâmetros.

A localização do caudalímetro deverá ser a jusante do reservatório hidropneumático. De outra forma a programação torna-se bastante mais complexa já que, para pequenos caudais fornecidos pelo RH o caudalímetro registará um valor nulo e dará uma indicação de valor de caudal mesmo que esteja somente a repor o nível no RH. Este aspecto não se torna particularmente relevante quando se trate de caudais mais elevados. Porém, considerando que durante grande parte do tempo a estação esteja a funcionar num regime de baixos caudais este aspecto reveste-se de importância primordial.

A grande vantagem face ao anterior método mencionado é a que não necessita de reservatório de regulação (não nos referimos aqui aos reservatórios de alimentação construídos a montante da estação) para assegurar a necessária resposta às exigências da rede.

Para cada uma das bombas é definida uma gama de caudais e pressões que através da selecção adequada à curva de exploração da rede é possível, para além de uma redução da potência consumida, manter os grupos em funcionamento contínuo quando o consumo de água é constante. Este aspecto tem a vantagem de reduzir os custos de manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos. As bombas que melhor se adaptam a este tipo de funcionamento são as que apresentam curvas características mais “deitadas”.

A introdução no sistemas dos variadores de frequência veio permitir ajustar de forma ainda mais eficiente a curva da instalação à curva característica da rede. A variação de frequência trás maior flexibilidade mas torna também mais exigente a programação sobretudo quando se trate de ajustar a velocidade das bombas de forma a responder aos pequenos caudais. A um pequeno incremento da frequência do variador, o sistema deverá observar não só a leitura obtida a partir do caudalímetro mas ter também em conta o caudal que contribui para o enchimento do reservatório hidropneumático.

Em estações de bombagem em que todos os grupos sejam equipados com variadores de frequência a resposta ao pedido da rede pode fazer-se com todos os grupos a modular caudal ou, alternativamente, um dos grupos faz os ajustamentos enquanto os restantes funcionam à sua velocidade nominal. A solução mais eficiente será função das características dos grupos e deverá ser estudada em colaboração com o fabricante quer dos motores quer das bombas.

Ainda que a responsabilidade pela programação da estação pertença ao empreiteiro é fundamental que os projectos contendam uma descrição do algoritmo de funcionamento tão objectiva quanto possível. A regulação manodebitométrica, sem dúvida mais exigente, requer um maior empenho em todas as partes envolvidas e, por isso, o dono de obra será o primeiro a assumir a sua responsabilidade através da apresentação de um projecto de execução tão detalhado quanto possível.

4. Conclusões

Não foi intenção desta comunicação tratar aspectos de detalhe no que respeita à elaboração do projecto de execução das estações de bombagem, mas antes transmitir à comunidade, em aspectos pontuais, um conjunto experiências, nem sempre com resultados

positivos, mas que, acreditamos, podem contribuir para uma exploração mais eficaz das instalações.

Uma estação de bombagem actual é uma instalação repleta de tecnologia. Os dispositivos que a constituem e os automatismos que regulam o seu funcionamento existem para a tornar mais eficiente. No entanto, tal grau de sofisticação exige uma manutenção cara e conhecimentos especializados nem sempre disponíveis pelos responsáveis pela gestão que, recorde-se, diz respeito à actividade agrícola.

A formação de pessoal e o acompanhamento dos primeiros anos de exploração é essencial. Tão importante como resolver problemas é saber identificar a sua origem o que só é possível alcançar com a experiência. O operador da estação não poderá ser somente o técnico que, do posto de comando, interage com os equipamentos. Ao operador deve exigir-se que possua conhecimentos mínimos de electrotecnia e mecânica.

Somente a dimensão poderia permitir a existência de uma equipa com técnicos especializados em várias valências. A contratação externa desse tipo de serviços será inevitável mas mesmo assim é necessário assegurar por parte da exploração o domínio de uma linguagem comum com as várias áreas.

Muitas das ideias que se procurou transmitir atrás têm vindo a ser sido aplicadas nos últimos anos quer nos projectos da responsabilidade da DGADR quer nos projectos desenvolvidos pela EDIA para o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. A redução do prazo para a sua conclusão não vai permitir avaliar o trabalho aí realizado para continuar a evoluir o conhecimento e poder corrigir ou melhorar soluções através da sua aplicação em projectos posteriores.

Dado o elevado número de estações elevatórias a construir pela EDIA nos próximos anos, o EFMA será um verdadeiro laboratório de observação onde podemos e devemos continuar o nosso trabalho de apoio na gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas e, acima de tudo, a retirar ensinamentos que, desejamos, continuem a ser de utilidade ao desenvolvimento do regadio em Portugal.

5. Agradecimentos

Quero publicamente agradecer ao Eng.º João Campos a paciência e disponibilidade com que nos últimos 4 anos me transmitiu alguma da sua experiência, sem o que esta comunicação não teria sido escrita.

6. Bibliografia

RAPOSO, J.R.(1994) História da Rega em Portugal, Lisboa, Instituto da Água;
WIJDIEKS, J e BOS M.G., 1981 Twentieth International Course on Land Drainage, Pumps and Pumping Stations, Wageningen;