

CUSTOS ENERGÉTICOS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA REGA EM PRESSÃO

Chibeles, C.¹

¹ Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas, Av. Gago Coutinho e Sacadura Cabral, s/n, 7900 Ferreira do Alentejo, cchibeles@aboro.pt

Resumo

Descreve-se os blocos de rega tratados, ao nível estrutural e funcional, nomeadamente os aspectos mais relevantes relacionados com o tipo de propriedade, infra-estruturas e funcionamento da rede de rega e estações de bombagem. Analisa-se o desempenho do actual sistema de bombagem e distribuição de água utilizando alguns conceitos no âmbito da eficiência energética. Apresenta-se alguns casos práticos de bombagens individuais comparando-os com a bombagem colectiva.

Palavras chave: Redes de rega, bombagem colectiva e individual, caso pratico.

Abstract

One describes the treated blocks of irrigation, to the structural and functional level, nominated the related aspects most excellent with the type of property, infrastructures and functioning of the irrigation net and pump stations. One analyzes the performance of the current system of pumping and water distribution using some concepts in the scope of the energy efficiency. One presents some practical cases of individual pump stations comparing them with the collective pump stations.

1- Introdução

O Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas constitui um dos blocos do Sistema de Rega do Baixo Alentejo, integrado no Plano de Rega do Alentejo e no Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Com entrada em funcionamento da Infra-estrutura 12 do sistema Alqueva, que aconteceu em 2004, a área total beneficiada pelo Perímetro (1ª e 2ª fases) são cerca de 12.250 ha.

No que diz respeito à 1ª Fase do Aproveitamento a Associação é actualmente constituída por 130 sócios, sendo que no total existem cerca de 400 Beneficiários (proprietários e rendeiros) que exploram os 6.846 ha beneficiados pelo Perímetro. Na 2ª Fase (Infra-estrutura 12) existem cerca de 350 Beneficiários (proprietários e rendeiros) que exploram os 5.450 ha do Perímetro.

A 1ª Fase do Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas entrou em funcionamento no ano de 1974. No entanto, apenas em 1980 se concluíram a totalidade das obras relativas à rede de rega, passando a dominar uma área total de cerca de 6.846 ha.

Actualmente o fornecimento de água às parcelas é feito por gravidade em cerca de 5.100 ha e por pressão em 7.172 ha divididos por 4 blocos.

2- Objectivos

Esta apresentação destina-se a avaliar os custos de funcionamento das estações de bombagem colectiva e individuais existentes no Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas com o objectivo de determinar o custo da água utilizada na rega num e noutro caso.

Neste sentido procede-se à descrição ao nível estrutural e funcional dos 4 blocos de rega com distribuição em pressão existentes no Perímetro de Odivelas, definindo alguns indicadores de desempenho para análise do seu funcionamento.

No caso das estações de bombagem individuais procedeu-se também á descrição ao nível estrutural e funcional das respectivas estações, estritamente de acordo com os dados fornecidos pelos regantes. A selecção dos casos a estudar teve como critério abranger as situações mais comuns e de entre estas a obtenção de colaboração por parte dos regantes.

3- Blocos com bombagem colectiva

3.1- Caracterização

No quadro 1 apresentam-se as principais características dos blocos com distribuição de água em pressão.

Quadro 1 – Características dos blocos com distribuição de água em pressão.

Intens/Blocos	A	B	C	D	Global
Cadastro					
N.º de prédios servidos	51	140	371	60	622
Área total dos prédios (ha)	2.772,68	2.830,81	3.163,08	2.251,16	11.017,74
Área total beneficiada (ha)	1811,11	1788,08	1849,28	1723,61	7.172,08
Área média do prédio (ha)	54	20	9	38	30
Área max. do prédio (ha)	305,40	447,18	506,91	312,20	506,91
Área min. do prédio (ha)	0,29	0,63	0,07	3,00	0,07
Estação elevatória					

Regulação	Manodebitimetrica c/ grupos de v. variavel				-
Altura max. Elevação (m)	78	81	70,5	72	-
Caudal máximo (m ³ /s)	2,5	2,0	2,9	2,2	-
Filtragem (mm)	0,8	1	1	0,8	-
Rede secundária					
Tipo	Ramificada				-
Extensão total (m)	40133	38101	44407	36366	159.007
Densidade média da rede secundária de rega	22	21	24	21	22
Número de hidrantes	74	112	189	93	468
Número de bocas	112	168	367	132	779
Caudal específico de Dimensionamento (l/s/ha)	1,27-2,21	1,27-2,21	1,27-2,21	1,27-2,21	1,27-2,21
Pressão mínima garantida na boca (bar)	4	4	4	4	4
Área max. da unidade de rega (ha)	83,74	48,9	49	48	83,74
Área min. da unidade de rega (ha)	0,24	1,1	0,18	1	0,18
Área média de unidade de rega (ha)	16,17	10,64	5,04	13,06	11
Nº max. de prédios por unidade de rega	1	1	8	1	8
Cálculo dos caudais de dimensionamento.	Método de Clément				-
Descrição da rede (materiais/diâmetros)	PVC (Ø<=630mm) /BT (Ø>=700mm)	PVC (Ø<=630mm) / PRFV(Ø>=700mm)		PEAD (Ø<700mm) /BT (Ø>=700mm)	-

De referir que nos blocos mencionados no quadro 1 a distribuição de água é realizada a “pedido”, 24 horas por dia, 365 dias por ano. Ao regante apenas é limitado o caudal máximo debitado pela boca de rega e a pressão máxima fornecida.

Da análise do quadro 1 verifica-se que o Bloco C abrange uma área de muito pequena propriedade o que implica possuir um número de bocas significativamente superior aos restantes blocos, bem como um caudal específico médio mais elevado.

3.2- Análise de funcionamento

No quadro 2 apresentam-se os volumes mensais fornecidos por Bloco verificando-se que o mês de ponta é Julho, sendo os meses de Maio a Setembro aqueles onde se concentra grande parte dos fornecimentos de água para rega, cerca de 94% do total.

Quadro 2 – Volumes mensais fornecidos por Bloco/2006 (m³)

Meses	Blocos				Geral
	A	B	C	D ¹	
1	4.089	734	34	0	4.857
2	5.480	834	151	0	6.465
3	5.847	1.870	1.023	0	8.739
4	144.450	85.119	20.282	13.457	263.308
5	531.566	555.062	171.767	291.344	1.549.739
6	592.720	731.414	256.241	374.451	1.954.826
7	970.628	952.909	538.894	455.776	2.918.207
8	364.884	565.762	297.046	431.403	1.659.095
9	101.408	355.272	205.971	230.133	892.784
10	2.270	147.886	1.731	53.270	205.157
11	27.442	21.510	2	3.006	51.960
12	0	31	0	445	476
Total	2.750.784	3.418.403	1.493.142	1.853.285	9.515.613

Verifica-se ainda no quadro 2 que o Bloco B é aquele que apresenta maior volume distribuído ao contrário do Bloco C que apresenta menor volume.

No quadro 3 apresenta-se os dados relativos ao consumo energético das estações de bombagem que compõem cada um dos blocos.

O indicador €/m³ resulta da divisão do custo total do fornecimento de energia, incluindo todas as taxas inerentes ao fornecimento da energia eléctrica, pelo volume de água efectivamente fornecido e cobrado aos regantes. O calculo deste indicador não têm em conta o custo da energia consumida com água bombeada e que eventualmente se perdeu na rede através de fugas e roturas.

O indicador KWh/m³ é a razão entre o consumo global de energia activa, facturado pelo fornecedor de energia eléctrica, e o volume de água efectivamente fornecido aos regantes. Incluindo-se aqui não só a energia consumida pelos grupos electrobomba de cada estação mas também a energia consumida pelos equipamentos auxiliares, nomeadamente actuadores de válvulas e comportas, grupos compressores, ventiladores, etc.

² Este Bloco entrou em funcionamento em Abril de 2006

Quadro 3 – Indicadores energéticos de funcionamento das estações de bombagem

Meses	Bloco A		Bloco B		Bloco C		Bloco D		Geral ²	
	KWh / m ³	€m ³	KWh/ m ³	€ m ³	KWh / m ³	€ m ³	KWh / m ³	€ m ³	KWh / m ³	€ m ³
1	4,441	0,793	22,351	4,201	610,265	96,666	-	-	212,352	33,887
2	1,651	0,479	14,851	3,419	56,079	16,887	-	-	24,194	6,929
3	2,978	0,548	10,539	1,774	15,713	3,048	-	-	9,743	1,790
4	0,434	0,047	0,242	0,043	1,063	0,176	0,180	0,180	0,580	0,089
5	0,284	0,025	0,345	0,029	0,328	0,039	0,292	0,028	0,319	0,031
6	0,356	0,029	0,294	0,024	0,322	0,034	0,260	0,025	0,324	0,029
7	0,284	0,029	0,203	0,017	0,176	0,023	0,333	0,029	0,221	0,023
8	0,490	0,039	0,375	0,039	0,318	0,030	0,271	0,022	0,394	0,036
9	0,511	0,057	0,342	0,342	0,119	0,017	0,413	0,035	0,324	0,139
10	7,856	0,486	0,352	0,352	6,989	0,390	0,583	0,072	5,066	0,409
11	0,545	0,100	0,974	0,147	7849,500	1442,040	4,327	0,959	2617,006	480,763
12	0	0	514,452	90,173	0,000	0,000	26,166	6,402	171,484	30,058
Média	-	-	-	-	-	-	-	-	0,336	0,034

Com base na análise do quadro 3 é possível afirmar que os valores de KWh/m³ e €m³ são tanto menores quanto maior é o volume de água bombeado por cada estação, significando que a eficiência energética aumenta significativamente nos meses em que se verifica maiores consumos de água. No gráfico da figura 1 pode-se observar esta relação.

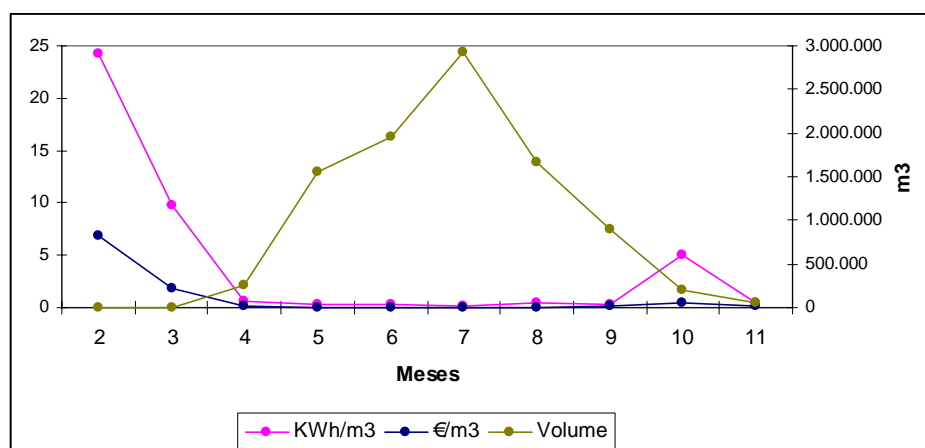


Figura 1 – Relação entre KWh/m³ e €m³ e o volume bombeado pelas estações

No quadro 4 apresenta-se alguns indicadores globais de funcionamento dos blocos de rega relativos ao ano de 2006.

Quadro 4 – Indicadores globais de funcionamento do blocos de rega/2006

Intens/Blocos	A	B	C	D	Global
Consumo médio anual (KWh/m ³)	0,371	0,319	0,306	0,338	0,336
Custo (€/m ³)	0,036	0,030	0,040	0,035	0,034
Área regada - ciclo Primavera/Verão (ha)	50%	50%	15%	46%	40%
Nº de bocas utilizadas – ciclo Primavera/Verão	45%	29%	27%	17%	28%
Dotação média - ciclo Primavera/Verão (m ³ /ha) ³	2.815	3.550	5.140	2.267	3.124

² Média aritmética dos blocos

³ Para o calculo da dotação apenas foram contabilizados os fornecimentos efectuados nos meses de Maio a Setembro.

Verifica-se que o Bloco C é o que apresenta menor percentagem de área regada e maior dotação média por hectare, este Bloco regista também o menor valor de consumo médio anual de energia por m^3 (KWh/ m^3) e o maior valor do custo da energia despendida para fornecer um m^3 (€ m^3).

Estes resultados estão sobretudo relacionados com facto do Bloco C apresentar a menor altura de elevação, o menor volume distribuído e a maior concentração de fornecimentos durante o período de Maio a Setembro, cerca de 98% do total.

4- Estações bombagem individuais

4.1- Caracterização

No quadro 5 apresentam-se as principais características das 10 estações bombagem individuais estudadas.

Conforme se pode verificar na maioria dos casos são utilizados grupos motobomba para fornecimento de pressão à água de rega, situação que também é a mais comum no Perímetro de Odivelas. Esta situação deve-se sobretudo por uma lado aos custos extremamente elevados da electrificação das explorações agrícolas e por outro à demora na execução das obras por parte do fornecedor de energia.

A selecção dos casos a estudar teve com critério abranger as situações mais comuns e a obtenção de colaboração por parte dos regantes. Os dados constantes no quadro 5 foram fornecidos pelos respectivos regantes à excepção da dotação, em que se optou por atribuir uma dotação igual para todos os casos, tendo em conta a necessidade de obtenção de resultados comparáveis ente si

Nos custos de investimento foram apenas contabilizados os investimentos relativos à aquisição dos equipamentos não se incluindo os custos, por exemplo relacionados, com a construção de ramais de fornecimento de energia eléctrica, postos de transformação, etc.

II Congresso Nacional de Rega e Drenagem
Fundão 26, 27 e 28 de Junho de 2007

Quadro 5 - características dos blocos com distribuição de água em pressão.

Itens/Estação de Bombagem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dados agronómicos										
Área regada (ha)	15	7,2	7,2	10	50	22	50	41	56	41
Cultura	Tomate	Milho	Milho	Tomate	Milho	Milho	Milho	Milho	Milho	Milho
Dotação (m ³ /h)	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Método de Rega	Gota.	Canhão	Canhão	Gota.	Pivot	Pivot	Pivot	Pivot	Pivot	Pivot
Estação elevatória										
Tipo	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Elect.	M.+ gera.	Elect.	Elect.	Moto.
Altura max. Elevação (m)	30	70	75	30	45	45	40	45	40	45
Caudal (m ³ /s)	0,017	0,010	0,010	0,010	0,056	0,030	0,068	0,045	0,078	0,055

Quadro 6 – Custos das estações de bombagem individuais

Itens/Estação de Bombagem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Água										
Taxa de conservação €/ha	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Taxa de exploração €/m ³	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184
Total de Taxas (€/m ³)	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218
Energia										
Custo energia (€/m ³)	0,0416	0,104	0,104	0,0347	0,0624	0,0295	0,0461	0,0384	0,0325	0,0555
Investimento, Manutenção e Operação										
Investimento (€)	6.941,43	9.833,69	5.148,23	5.206,07	34.707,16	8.676,79	28.922,63	8.676,79	10.238,38	17.353,58
Taxa de Amort. Anual	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
Manu. Opera (%)	8%	8%	8%	8%	8%	4%	8%	4%	4%	8%
Custo I, M & O (€/m ³)	0,0191	0,0562	0,0294	0,0214	0,0286	0,0136	0,0238	0,0073	0,0063	0,0174
Custo Total (€/m³)	0,0825	0,1820	0,1553	0,0779	0,1128	0,0649	0,0918	0,0675	0,0606	0,0947

4.2- Análise de funcionamento

No quadro 6 apresentam-se os dados relativos aos custos das estações de bombagem individuais, incluindo-se os custos com a investimento, manutenção e operação, os custos com o fornecimentos de água a partir do Perímetro de Rega e os custos com a energia consumida.

Como se pode verificar no quadro 6 o maior custo do m³ de água corresponde aos sistemas de bombagem constituídos por grupos motobomba e de entre estes os maiores custos correspondem ao sistema de rega por maquina enroladora vulgo “canhão”, o que se deve sobretudo ao custo do combustível utilizado e ao facto destes sistemas de rega necessitarem de maiores elevações.

No gráfico da figura 2 pode verificar-se o peso de cada um dos três tipos de custos contabilizados no preço final do m³ de água utilizado na rega. Os valores apresentados resultam de média aritmética dos valores obtidos para cada método de bombagem/sistema de rega.

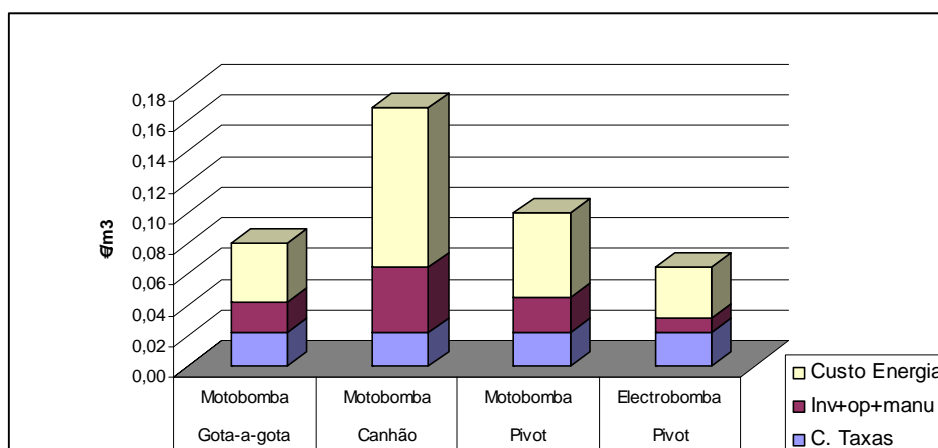


Figura 2 – Custo da água por método de bombagem/sistema de rega

Verifica-se que a combinação moto-bomba/”Canhão” é a que apresenta maior custo total, destacando-se a parcela relativa aos custos de energia pelas razões já apontadas. A combinação Electrobomba/”Pívo” apresenta o menor custo o que se deve não só à parcela relativa à energia ser mais baixa mas também devido aos custos de investimento serem menores.

5- Análise comparativa

No quadro 7 apresenta-se os custos da água utilizada na rega a partir de bombagem individual e de bombagem colectiva.

Quadro 7 – Análise comparativa de resultados

Modalidades estudadas	Bombagem individual					
	C. Taxas	Inv.+Op.+manu.	Custo Energia	C. Total		Invest.
	€m ³	€m ³	€m ³	€m ³	€ha	€ha
Gota-a-gota						
Motobomba	0,0218 ⁴	0,0202	0,0381	0,0768	481,15	491,68
Canhão						
Motobomba	0,0218 ⁵	0,0428	0,1040	0,1652	1.011,88	1.040,41
Pivot						
Motobomba	0,0218 ⁵	0,0233	0,0547	0,0963	598,52	565,28
Pivot						
Electrobomba	0,0218 ⁵	0,0091	0,0335	0,0609	386,17	262,95
Bombagem Colectiva						
Electrobomba	0,0586⁵	-	0,0342	0,0586	351,63	-

Da análise dos dados constantes do quadro 7 resulta que o custo total do m³ é inferior na bombagem colectiva relativamente a qualquer uma das modalidades estudadas de bombagem individual.

Se se tiver em conta apenas o custo da energia verifica-se que o valor apresentado pela bombagem colectiva é praticamente semelhante ao apresentado pela modalidade electrobomba/“Pivot”, todavia existe ainda uma margem de crescimento da eficiência energética das estações de bombagem colectivas atendendo a que os volumes anuais bombeados por estas estações são actualmente cerca de 1/3 do que se espera vir a verificar com a evolução futura do Perímetro de Rega. Este facto permitirá ainda baixar os custos energéticos por m³ relativamente à bombagem individual.

6- Conclusões

- Nos blocos com pequena propriedade tendencialmente a adesão ao regadio é menor e consequentemente o volume de água distribuído também é menor, sendo a dotação média aplicada maior relativamente aos blocos onde predomina a grande propriedade.
- A eficiência energética das estações de bombagem colectiva aumenta com o aumento do volume bombeado.
- O consumo de água concentra-se sobretudo nos meses de Maio a Setembro, sendo Julho o mês de ponta.
- A área efectivamente regada em 2006 foi cerca de 40% da área beneficiada sendo que a dotação média utilizada foi 3.124 m³/ha cerca de 50% da dotação prevista no projecto. Existe por isso ainda uma margem de progressão muito significativa quer

⁴ Valor total das taxas cobradas no Aproveitamento Hidragricola de Odivelas no ano de 2006 para distribuição em gravidade.

⁵ Valor total das taxas cobradas no Aproveitamento Hidragricola de Odivelas no ano de 2006 para distribuição em pressão.

nas áreas regadas quer no volume distribuído e por conseguinte na eficiência energética das estações de bombagem.

- Nos blocos com predominância da pequena propriedade o custo da água é mais elevado relativamente aos blocos com grande propriedade
- O custo da energia é parcela mais significativa do custo da água quer nas bombagens colectivas quer nas individuais.
- Na bombagem individual o custo da água é mais significativo no caso das estações de bombagem com motobomba e de entre estes nos casos onde a pressão requerida para o funcionamento dos sistemas de rega é mais elevada.

- O custo da água de rega é mais baixo no caso da bombagem colectiva.

- A parcela relativa ao custo de energia é semelhante na bombagem colectiva e na modalidade electrobomba/“Pivot” sendo, nestes dois casos, muito inferior aos sistemas que utilizam grupo motobomba.

- O custo do KWh cobrado pelo fornecedor de energia eléctrica é cerca de 27% mais baixo na bombagem colectiva.