

PROGRAMA DE IRRIGAÇÃO DE SANTA TEREZINHA-MS DIESEL OU ENERGIA ELÉTRICA?

CALUDIO B. ALVES e EVERALDO P. CONCEIÇÃO

Departamento de Planejamento da FCT-UNESP, Caixa, Presidente Prudente- SAO PAULO

RESUMO

Estudou-se determinados fatores que envolvem a decisão entre o emprego de energia elétrica ou óleo diesel no programa de irrigação do Distrito de Santa Terezinha-MS. Para a região estudada os volumes de recursos a serem investidos em sistemas de irrigação com motores de 20, e 75 HP movidos a óleo diesel, são menores quando comparados com motores de mesma potência e movidos a energia elétrica. Considerando-se gastos médios anuais com energia, manutenção, depreciação e juros de investimentos dos equipamentos a serem utilizados, o emprego de energia elétrica restringe-se a sistemas com motores de 20 HP.

Termos para indexação: uso de energia, irrigação, diesel. Electricidade.

“IRRIGATION PROGRAMAS OF SANTA TEREZINHA-MS DIESEL FUEL OR ELECTRIC POWER”

RESUMO

Some factors that include the decision between the irrigation program of the District of Santa Terezinha were studied. For the studied region, the resources to be invested in the irrigation systems with 20, 50 and 75 HP diesel fuel motor are smaller than those of systems with the same potency electric power motor. Considering the annual average expenses with energy, maintenance, depreciation and interest with investments of equipments to be used, the use of electric power limits to systems with 20 HP motors.

Index terms: energy use, irrigation, diesel fuel, electric power.

1. INTRODUÇÃO

Tendo como área de estudo a microbacia hidrográfica do Distrito de Santa Teresina no município de Itaporã-MS, a pesquisa utilizou dados do Programa Nacional de Irrigação (PRONI), Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso do Sul e Cooperativa de Energização Rural da Grande Dourados (CERGRAND). Foram analisadas 73% das propriedades rurais do Distrito, sendo selecionadas um número de 30 que se caracterizam por reunir as melhores condições em adotar técnicas de irrigação empregando energia elétrica.

Para se adequarem à utilização da electricidade na irrigação essas propriedades devem, em média, instalar 1 464 m de rede primária de distribuição sendo de 1 022 m o comprimento mínimo registrado. Estudou-se

determinados fatores que envolvem a decisão entre o emprego de energia elétrica ou óleo diesel no programa de irrigação do Distrito de Santa Teresina.

2. METODOLOGIA

Com o objetivo de orientar a decisão sobre a fonte de energia a ser empregada no programa objeto do presente estudo, foram efetuadas análises comparativas entre os valores dos conjuntos motobomba movidos a electricidade e a óleo diesel, levando-se em consideração as variações dos comprimentos das redes de distribuição de energia elétrica a serem construídas. Com esse mesmo objetivo também foram comparados os valores anuais de consumo de energia, manutenção, depreciação e juros sobre investimentos dos equipamentos utilizados em programas de irrigação que empreguem energia elétrica ou óleo diesel, levando-se em conta as variações dos comprimentos das redes de distribuição de energia elétrica a serem construídas.

Para utilização de energia elétrica no programa de irrigação considerou-se:

$Ge = (Geh \cdot Nha \cdot PkWh) + Mme + Mre + Mt + Mbe + Ji + Dme + Dre + Dt + Dbr.$
(1) onde:

Ge = Valor dos gastos anuais para sistemas de irrigação movidos a energia elétrica (BTN).

Geh = Consumo de energia elétrica por hora de operação (em KWH).

Nha = Número de horas de operação por ano (quantitativo).

$PkWh$ = Preço por kilowatt hora (em BTN).

Mme = Manutenção anual do motor elétrico (em BTN).

Mre = Manutenção anual da rede elétrica primária e secundária (em BTN).

Mt = Manutenção anual do transformador (em BTN).

Mbe = Manutenção anual da bomba (em BTN).

Ji = Juros reais médios anuais sobre investimentos em equipamentos (em BTN).

Dme = Depreciação média anual do motor elétrico (em BTN).

Dre = Depreciação média anual da rede elétrica primária e secundária (em BTN).

Dt = Depreciação média anual do transformador (em BTN).

Dbe = Depreciação média anual da bomba (em BTN). Para utilização de óleo diesel no programa de irrigação considerou-se:

$$Gd = (Cdh. Nha. Pldf.) + Mmd = Mbd + ji + Dmb + Drd.....(2)$$

onde :

Gd = valor dos gastos anuais para sistemas de irrigação movidos a óleo diesel (BTN)

Gdh = Consumo de óleo diesel por hora de operação (em litros)

Nha = Numero de horas de operação por ano (em quantidade de horas.

Pld = Preço por litro de óleo (em BTN).

Mmd = Manutenção anual da bomba (em BTN).

Ji = Juros reais médios anuais sobre investimentos em equipamentos (em BTN).

Dmd = Depreciação média anual do motor a óleo diesel (em BTN).

Dbd = Depreciação média anual da bomba (em BTN).

Os somatórios (Ge) e (Gd) não consideram demais investimentos com o sistema pós-bomba (linha principal ramais e equipamentos de aplicação de água) e demais despesas operacionais (mão-de-obra, assistência técnica, tarifa de água, etc.), por constituírem gastos semelhantes no emprego de energia elétrica ou óleo diesel, fato que não interfere na decisão pelo tipo de energia a ser empregada no sistema de irrigação.

Comparando-se os somatórios (Ge) e (Gd) (1) e (2), aquele que apresenta menor valor indica a fonte de energia mais econômica a ser empregada no sistema de irrigação por significar menores gastos com consumo de energia, manutenção, depreciação, e juros sobre investimentos dos equipamentos empregados.

A aplicação dessa metodologia no programa de irrigação do Distrito de Santa Teresina, compra (Ge) e (Gd) considerando-se:

- irrigantes que utilizam motores com potência até 75 HP , o que pode caracteriza los campos pequenos irrigantes conforme o Manual do Irrigante-PRONI (1987).
- Conjuntos motobomba compatíveis ás potencias de 20 HP, 50 HP e 75 HP, com valores e especificações do QUADRO 1.
- Valores monetários e preços de julho de 1989.
- Comprimento médio de 1464 m de rede de distribuição de energia elétrica e variação em classes de 10 m até 2000 m.

- (1060 BTN/20 Km de rede secundária de 5070, 46 BTN/Km de rede primária)
- número de horas de operação por ano variando até 300 horas em intervalos de 20 horas (Nha).
- Consumo de óleo diesel por hora de operação (Cdh) e consumo de energia elétrica por hora de operação (Ceh), segundo o Manual do Irrigante- PRONI (1987).
- preço por kilowatt hora (PKwh) é de 0.0759 BTNs, incluindo nesse preço as taxas de manutenção das redes primárias e secundárias de distribuição de energia elétrica e do transformador.
- Taxas manutenção (Mme), (Mmd), (Mbe), (Mbe) e vida útil dos equipamentos, conforme o Manual do Irrigante- PRIONI (1987)
- Vida útil das redes de distribuição de energia elétrica e dos transformadores foram consideradas respectivamente 15 anos conforme a Directoria de Distribuição da Centrais Elétricas do Estado de São Paulo (CESP).

Utilizou-se da curvas de isocustos para análise do comportamento de (Ge) e (Gd) para motores de 20, 50, e 75 HP de potencia.

3. RESULTADOS

Com os valores de conjuntos motobomba, de transformadores e da rede de distribuição de energia elétrica, é possíveis estabelecer comparação entre diferentes volúmenes de recursos a serem investidos em equipamentos elétricos ou a óleo diesel. Para tanto, deve-se considerar a potência dos transformadores e comprimentos da rede de distribuição.

Todos esses parâmetros estão contidos no QUADRO 1 que demonstra em BTNs essa comparação, considerando-se a distância média de 1 464 e comprimento de 10 m para a rede secundária conforme Capítulo 1, e diferentes potências dos conjuntos motobomba. Não obstante os conjuntos a óleo diesel para todos as potências estudadas sejam significativamente mais onerosos que os conjuntos elétricos, quando o valor dos últimos são somados aos valores da rede de distribuição de energia elétrica mais o transformador instalado, notándose diferenças para menor no valor dos conjuntos a óleo diesel. Verifica-se que, em medida, para as propriedades efetivamente pesquisadas no Distrito de Santa Teresina, poseriam ser dotados sistemas de irrigação movidos a óleo diesel em detrimento do uso de energia elétrica visto serem significativos os maiores investimentos exigidos para sistemas elétricos.

Salienta-se que a decisão entre o emprego de energia elétrica ou óleo diesel em programa de irrigação, além das análises acima e de considerações sobre parâmetros operacionais, alguns dados técnicos devem ser observados ou

sejam: a vida útil dos equipamentos, a taxa de manutenção e; custo de oportunidade do capital.

Considerando os valores anuais de consumo de energia, manutenção, depreciação e juros sobre investimentos dos equipamentos utilizados em programas de irrigação, pode-se calcular o valor dos gastos médios anuais para sistemas de irrigação movidos a óleo diesel (Gd) conforme equações (1) e (2).

O QUADRO (2) mostra os valores de (Ge) e (Gd) considerando um comprimento médio de 1464 m de rede primária de distribuição de energia elétrica, 10 m de rede secundária, diferentes quantidades de horas de operação do sistema de irrigação e motores com as potências de 20, 50 e 75 HP, onde observa-se que para todas as potências e horas de operação estudadas, os valores de (Ge) são sempre superiores a (Gd) sendo que a diferença entre esses valores são mais significativas para as potências de 50 e 75 HP.

Nota-se também que para todas as potências estudadas as diferenças percentuais (Ge)/(Gd) reduzem em quanto maior a quantidade de horas de operação.

Dessa forma, de acordo com as considerações acima, a análise de (Ge) e energia no programa de irrigação para o Distrito de Santa Teresina.

As equações (3), (4), (5), (6), (7) e (8) se propõem a analisar (Ge) e (Gd) para as potências de 20, 50 e 75 HP, quando definidos os comprimentos das redes primárias de distribuição de energia elétrica e a quantidade de horas de operação do sistema de irrigação sendo de 10m o comprimento da rede secundária.

$$Ge_{20} = 1\,343 X_1 + 0.6465 X_2 + 911.33 \dots \dots \dots (3)$$

$$Gd_{20} = 1.23 X_1 + 1.675.3 \dots \dots \dots (4)$$

É importante observar que a equação (3) se apresenta com uma fundação de duas variáveis uma vez que a componente X2 está ligada ao comprimento da linha primária de distribuição da energia elétrica cujos custos são proporcionais a esse comprimento.

A variável X1 representa a quantidade de horas de operação do sistema de irrigação que depende de cada tipo de cultura a ser implantada ou seja, da quantidade de água de água que deverá ser fornecida ao solo no ciclo da cultura ser fornecida ao solo no ciclo da cultura.

As equações (5), (6), (7) e (8) representa a proposição dos coeficientes técnicos das variáveis X1 E X2 para motores com potências de 50 e 75 HP, sendo:

$$Ge_{50} = 3\,134 X_1 + 0.64651 X_2 + 2.169.65 \dots \dots \dots (5)$$

$$Gd50 = 3.159 X 1 + 2 590.38 \dots\dots\dots(6)$$

$$Ge75 = 4.652 X 1 + 0.646551 X 2 + 2 668.26 \dots\dots\dots(7)$$

$$Gd75 = 4.739 + 3004.67 \dots\dots\dots(8)$$

Como análise de alternativa de viabilidade econômica seria interessante determinar una situação conjunta onde (Ge) e (Gd) pudessem ser visualizados simultaneamente possibilitando , de forma direita, a opção pelo tipo de energia a ser empregada no sistema de irrigação.

Dessa forma, optou-se por igualar (Ge) e (Gd) dentro de cada classe de potência visando obter, em função de igualdade, um comprimento de rede primária atrelado á variável X 2 crítico que representa a opção por energia elétrica ou óleo diesel.

Esse procedimento algébrico pode-ser agora conclusivo de tal forma que, sendo $Ge20 = Gd20$ tem-se:

$$1 343 X 1 + 0.64651 X 2 + 911.33 = 1.23 X 1 + 1 675.33$$

e o comprimento crítico será,

$$X 2 = 0.17478 X 1 + 1 181.73 \dots\dots\dots(9)$$

Qualquer valor que a variável X 1 assuma estabeleceria um comprimento de rede primária de distribuição que poderá viabilizar ou inviabilizar a utilização de energia no sistema de irrigação.

Na realidade, em termos econômicos, essa equação resultante represente a uma curva de isocustos entre (Ge) e (Gd).

Em condições de “Hedge” essa análise passa a ser mais importante estruturalmente que uma análise a nível monetário porque estabelece o princípio de igualdade de custos sob condições de riscos e incertezas.

Para motores com potências de 50 e 75 HP, as curvas de isocustos do confronto (Ge) , (Gd) são pelas equações (10) e (11) respectivamente.

$$X 2 = 0.03867 X 1 + 650.77 \dots\dots\dots(10)$$

$$X 2 = 0.13457 X 1 + 495.60 \dots\dots\dots(11)$$

Debe-se observar que existe uma mudança de comportamento nas curvas de isocustos para as potências de 50 e 75 Hp em relação a de 20 Hp que tem características decrescente. as demais curvas caracterizam-se pelo comportamento de uma função crescente onde, a medida em que aumento o número de horas de operação X1 o comprimento crítico da rede primária de distribuição cresce proporcionalmente.

As equações inerentes á variável X_2 são funções limitadas cujo domínio se encontra entre $\{x_1 \leq 300\}$. o quadro 3 representa as variações do comprimento crítico de rede primária de distribuição em função do número de horas de operação do sistema de irrigação considerando um número máximo de 300 horas anuais, com intervalos de 20 horas.

O comportamento da curva de isocustos resultante do confronto entre (Ge) e (Gd) para a potencia de 20 HP, pode ser observada a través da fig. 1.

A análise da Fig. 1 demonstra que a opção entre energia elétrica ou óleo diesel a empregar no sistema de irrigação, pode ser feita de forma simplificada pois a curva estabelece um divisor. Qualquer ponto acima da curva viabilizava o emprego de óleo diesel, da mesma forma, qualquer ponto abaixo da curva viabiliza o emprego de energia elétrica.

A Fig. 2 representa a curva de isocustos resultante do confronto entre (Ge) e (Gd) para a potência de 50 HP onde visualiza-se um comportamento inverso ao da Fig. 1 que se refere a potência de 20 HP. Nota-se que para a potência de 50 HP á medida em que aumenta o número de horas de operação anual dos sistema de irrigação, aumenta proporcionalmente o comprimento crítico da rede primária de distribuição, possibilitando economias de escala caso a opção recaia sobre o emprego de energia elétrica.

Qualquer ponto acima da curva de isocustos viabiliza o emprego de óleo diesel sendo que qualquer combinação abaixo da curva viabiliza a utilização de energia elétrica.

Salienta-se que o comportamento inverso das curvas para a 20 HP e 50 HP, permite concluir sobre a viabilidade do emprego de óleo diesel sempre que as combinações acusem pontos acima das duas curvas.

O comportamento gráfico da curva de isocustos da Fig. 3 é o mesmo da Fig. 2 ou seja, á medida em que aumenta o número de horas de operação anual do sistema de irrigação, aumenta proporcionalmente o comprimento crítico da rede primaria de distribuição de energia elétrica.

Nessas condições, qualquer combinação acima da curva de isocustos viabiliza o emprego de óleo diesel sendo que combinações abaixo da curva apontam o emprego de energia elétrica no sistemas de irrigação.

4. CONCLUSÕES

Refletindo sobre os resultados do Capitulo 3 desprende-se que valores (Ge) e (Gd) no Quadro 2, para a potências de 20 HP são significativamente diferentes a ponto de servir de substancial referencia a opção pelo emprego de óleo diesel programa de irrigação do Distrito de Santa Teresina. Para as potências de 50 e 75 HP os argumentos a favor do emprego do óleo diesel são mais convincentes.

Considerando o comprimento mínimo de 1.022 m da rede primária de distribuição de energia elétrica a ser instalada pelo futuro irrigante, a consulta às curvas de isocustos indica que o emprego de energia elétrica no programa de irrigação do Distrito de Santa Terezinha restringe-se a motores com potências de 55 e 75 HP. Essa consulta viabiliza a utilização de motores com potências de 50 e 75 HP somente quando for empregado óleo diesel como energia.

5. LITERATURA CONSULTADA

BRASIL, Ministério da Irrigação. Tempo de irrigar: Manual do Irrigante. Brasília, 1987. 158 p.

GAROFALO, G. L. & CARVALHO, D. C. P. Teoria Microeconômica. São Paulo, Atlas, 1986, 573 p.

MOERIRA, R. J. Contribuição à Análise de Investimento e Poupança na Agricultura Brasileira. Osasco, 1973. 209 P. (Tese de Doutorado Faculdade municipal de Ciências Econômicas e Administrativas de Osasco).

SCALOPI, E. J. Avaliação Econômica de Projetos de Irrigação e Drenagem. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, (17). 17-8, junho 1984

QUADRO1 Comparação entre os valores em BTN de conjuntos moto-bomba a energia elétrica e a óleo Diesel, considerando-se um comprimento de 1464m para a Rede Primário de Distribuição de Energia Elétrica e 10 m para a rede secundaria.

ENERGIA ELÉTRICA				DIESEL			DIFERENCIA DE VALORES		
_____				_____			DIESEL PARA ELECTRICIDADE		
CONJUNTOS		REDES PRIMARIAS	TRANSFORMADORES	CONJUNTOS					
POTENCIA (HP)	MOTO-BOMBA (BTM)	E SECUNDARIA	INSTALADOS		TOTAL	MOTOBOMBAS	TOTAL	(BTN)	%
20	2 584.09								
50	9 216.61	(BTM)	KVA	(BTM)	(BTM)	(BTM)	(BTM)	6 007.25	36.38
70	11 497.60	9 401.36	30	4 525.70	16 502.90	10 542.90	10 542.90 (-)	10684.14	39.94
100	12 855.68	9 401.36	75	8 129.40	26 747.40	16 663.26	16 663.26 (-)	12 848.43	40.86
		9 401.36	112.5	10 444.00	31 342.96	18 534.53	18 534.53 (-)	9 223.51	28.20
		9 401.36	112.5	10 444.00	32 701.04	23 477.53	23 477.53 (-)		

QUADRO 2- Valores, BTN, de (Ge) e (Gd) considerando comprimento médio de 1 464 m de rede primária de distribuição de Energia Elétrica, 10 m de Rede Secundária, diferentes quantidades de horas de operação e motores com as potências de 20, 50 e 75 HP.

HORAS 20 HP				50 HP			75 HP		
DIFERENÇA				DIFERENÇA			DIFERENÇA		
	Ge	Gd	%(Ge)/(Gd)	Ge	Gd	%(Ge)/(Gd)	Ge	Gd	%(Ge)/(Gd)
20	1 884.67	1 700.59	10.82	3 178.82	2 653.56	19.79	3 723.78	3 099.45	20.14
40	1 911.53	1 725.85	10.76	3 241.50	2 716.74	19.32	3 826.82	3 194.23	19.49
60	1 938.39	1 751.11	10.69	3 304.18	2 779.92	18.86	3 909.86	3 289.01	18.88
80	1 965.25	1 776.37	10.63	3 366.86	2 843.10	18.42	4 002.90	3 383.79	18.30
100	1 992.11	1 801.63	10.57	3 429.54	2 906.28	18.00	4 095.94	3 478.57	17.75
120	2 018.97	1 826.89	10.51	3 492.22	2 969.28	17.60	4 188.98	3 573.35	17.23
140	2 045.83	1 852.15	10.46	3 554.90	2 969.46	17.22	4 282.02	3 668.13	16.74
160	2 072.69	1 877.41	10.40	3 617.58	3 032.64	16.85	4 375.06	3 762.91	16.27
10	2 099.55	1 902.67	10.35	3 680.26	3 095.82	16.50	4 468.10	3 857.69	15.82
200	2 156.41	1 927.93	10.29	3 742.94	3 159.00	16.16	4 561.14	3 952.47	15.40
220	2 153.27	1 953.19	10.24	3 805.62	3 222.18	15.84	4 654.14	4 047.25	15.00
240	2 180.13	1 978.45	10.19	3 868.30	3 285.36	15.52	4 747.22	4 142.03	14.61
260	2 206.99	2 003.71	10.15	3 930.98	3 411.72	15.22	4 840.26	4 236.81	14.24
280	2 233.85	2 028.97	10.10	3 993.66	3 474.90	14.93	4 933.30	4 331.59	13.89
300	2 260.71	2 054.23	10.05	4 056.34	3 538.08	14.65	5 026.34	4 426.37	13.55

QUADRO 3- Valores críticos do comprimento da rede primária de distribuição de energia elétrica em metros, para potências de 20, 50 e 75 HP em função da variação do número de horas anuais de operação do sistema de irrigação.

Número de horas	comprimentos		
	20 HP (m)	50 HP (m)	75 HP (m)
20	1 178.23	651.54	498.29
40	1 174.74	652.32	500.98
60	1 171.24	653.09	503.67
80	1 167.75	653.86	506.37
100	1 164.25	654.64	509.06
120	1 160.76	655.41	511.75
140	1 157.26	656.18	514.44
160	1 153.77	656.96	517.13
180	1 150.27	657.73	519.82
200	1 146.77	658.50	522.51
220	1 143.28	659.28	525.21
240	1 139.78	660.05	527.90
260	1 136.29	660.82	530.59
280	1 132.79	661.60	533.28
300	1 129.30	662.37	535.97

