

MARGINALIZAÇÃO DOS CUSTOS DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

OLIVEIRA Júlio S.¹; ZOCOLER João Luis²; HERNANDEZ Fernando B. T.³

¹ Graduando em Engenharia Agronômica, UNESP/Ilha Solteira – SP- jsdeoliveira3@hotmail.com.br

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto Dr., UNESP/Ilha Solteira – SP- zocoler@agr.feis.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto Dr., UNESP/Ilha Solteira – SP- fbthtang@agr.feis.unesp.br

RESUMO: Este trabalho teve o objetivo de analisar as diferenças entre os custos do sistema de bombeamento de equipamentos pivôs centrais análogos de diferentes capacidades de aplicação de lâminas de irrigação. Tomou-se como referência um pivô central com as seguintes características: área irrigada 104,19 hectares, lâmina de aplicação em 24 horas de 7,5 mm, desnível 52 metros, pressão no ponto pivô 490 kPa, comprimento da adutora 852 metros. No redimensionamento e operação do sistema adotou-se o critério de manter a velocidade de escoamento na tubulação constante igual a 1,2 m/s (sistemas análogos), variando as lâminas de irrigação: 5,5 mm, 6,5 mm, 7,5 mm, 8,5 mm e 9,5 mm. Os resultados mostraram que os custos anuais totais tiveram crescimento diretamente proporcional ao acréscimo de lâmina e, assim, os custos marginais apresentaram valores próximos, variando entre R\$ 75,75/mm (lâmina diária de 8,5 mm) e R\$ 82,76/mm (lâmina diária de 5,5 mm). Portanto, o critério de velocidade de escoamento constante mostrou ser adequado para se dimensionar sistemas elevatórios análogos instalados sob diferentes demandas hídricas, mantendo custos compatíveis com tais demandas.

PALAVRAS-CHAVE: Custo marginal, lâmina de irrigação, pivô central.

ABSTRACT: The present work has had as objective to analyze the differences among the costs on pumping systems of analog center pivot equipments of different water requirements. For reference a center pivot was taken within this characteristics: Area irrigated 1041900 square meters, 7,5 millimeters of water requirement in 24 hours, land unleveled in 54 meters and 490 kPa of pressure required on center pivot point, length of drain pipe is 852 meters. On the resizing of the system and system operation was adopted the drainage velocity constant in 1,2 meters per second and changing the water requirements between: 5,5 mm, 6,5 mm, 7,5 mm, 8,5 mm and 9,5 mm. The results showed that the total annual costs increased proportionally direct to the water requirement and then the marginal costs has resulted in near values, varying from 75,75 R\$/mm (daily water requirement 8,5 mm) to 82,76 R\$/mm (daily water requirement of 5,5 mm). Therefore the criteria of maintaining the velocity of drainage constant has been adequate to dimension analog pumping systems installed under different water demands, keeping the costs compatible with those water demands.

KEYWORDS: Marginal cost, depth water irrigation, pivot center.

INTRODUÇÃO: A irrigação é uma técnica que consome muita energia, assim a avaliação dos parâmetros que aperfeiçoam um sistema elevatório é de extrema importância para redução de custos operacionais da atividade. Segundo Azevedo (1983), a agricultura irrigada exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, transporte, controle e distribuição da água, além de gastos com energia e mão de obra para operação do sistema, que representam importantes custos adicionais na produção. A análise econômica de tais sistemas assume grande importância, uma vez que o capital neles empregado é freqüentemente elevado e

seus custos podem viabilizar ou não as atividades produtivas que o utilizam (ZOCOLER, 2004). Os custos de um sistema de recalque são influenciados por muitos parâmetros, que de um modo geral, podem ser divididos em duas categorias: qualitativos e quantitativos. Os parâmetros qualitativos estão relacionados à qualidade e ao tipo de equipamentos, ou seja pode-se optar por equipamentos dotados de melhor qualidade e assistência técnica oferecida pelo fabricante, fonte de energia (elétrica ou diesel) e nível de automação e proteção do sistema. Os quantitativos estão relacionados às seguintes variáveis: a) porte do sistema: vazão, diâmetro, comprimento e pressão necessária no final da adutora, desnível topográfico, potência da bomba hidráulica, e b) características da estação de bombeamento: motor para seu acionamento, tempo de funcionamento do motor, horário e época de operação no ano, custo de combustível e das tarifas de energia elétrica, porte das obras de construção civil, comprimento do ramal elétrico, potência da chave de partida e do transformador (ZOCOLER, 1998). A comparação entre os custos de sistemas de bombeamento de irrigação análogos, diferindo somente na capacidade de aplicação de lâminas diárias (compatíveis com a demanda hídrica da região) é uma importante ferramenta para avaliar o efeito do custo de cada milímetro de irrigação, podendo assim ser extrapolado no custo de produção da cultura. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi calcular os custos marginais do sistema de bombeamento sob diferentes demandas hídricas.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho tomou como base um sistema de bombeamento para abastecer um equipamento do tipo pivô central instalado em 1992 na região de Assis – SP. As principais características originais do sistema são: desnível 52 metros, área 104,19 ha, lâmina de irrigação 7,5 mm, comprimento da adutora 852 metros de aço galvanizado, pressão no ponto pivô 490 kPa (50 mca). Neste trabalho, o material da tubulação adutora foi alterado para PVC PN 125, sendo estabelecido o critério de manter a velocidade de escoamento na adutora em 1,2 m/s, o que resultou num redimensionamento geral do sistema para cada lâmina, podendo ser observadas as principais características na Tabela 1. Os preços dos equipamentos foram obtidos com representantes comerciais e os valores das tarifas energéticas praticadas foram da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, conforme Tabela 2. Considerou-se a modalidade de tarifação horo-sazonal verde para irrigantes, sendo que o tempo médio diário de operação do sistema seco fora da ponta foi de 20 h (com 8,5 h no horário especial com desconto de 70% na tarifa de consumo) em 100 dias por ano no período seco e 20 dias por ano no período úmido. A taxa de juros anual adotada foi 8,5%.

Tabela 1-Composição dos sistemas com as diferentes lâminas.

Lâmina em 24h (mm)	Lâmina anual (mm)	Diâmetro (mm)	Vazão (m ³ /h)	Rendimento da bomba (%)	Rendimento do motor (%)	Potência Útil (kW)	Potência motor (kW)
5,5	660	284	272,9	74,6	95,3	78,75	147,00
6,5	780	308	322,5	75,5	95,0	92,60	147,00
7,5	900	331	372,1	75,5	95,0	106,70	183,75
8,5	1020	353	421,7	78,7	95,3	120,54	183,75
9,5	1140	373	471,3	74,2	95,2	134,62	220,50

Tabela 2-Tarifas energéticas.

Período	Horário	Consumo (R\$/MWh)	Demanda (R\$/kW)
Úmido	Ponta	799,37	6,06
	Fora de Ponta	137,74	6,06
Seco	Ponta	823,21	6,06
	Fora de Ponta	151,57	6,06

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nos resultados apresentados na Tabela 3 e Figura 1 mostram que com o aumento da capacidade de aplicação do sistema houve também elevação diretamente proporcional no custo anual fixo, de bombeamento, de manutenção e reparos e, portanto, no custo anual total. Conseqüentemente, o custo marginal da lâmina de irrigação tende a permanecer aproximadamente constante (Tabela 4 e Figura 2), ou seja, se o critério de velocidade de escoamento constante for adotado se pode comparar o custo de cada milímetro de irrigação de sistemas análogos (mesma área irrigada, desnível geométrico, pressão no ponto pivô, comprimento da tubulação adutora), diferindo a capacidade de aplicação que está relacionada diretamente com a demanda hídrica da região.

Tabela 3-Custos anuais do sistema elevatório.

Lâminas (mm)	CAF (R\$)	CAMR (R\$)	CABO (R\$)	CAT (R\$)
5,5	18.598	2.555	33.470	54.624
6,5	20.186	2.696	39.064	61.947
7,5	22.552	3.040	45.011	70.603
8,5	25.243	3.385	48.634	77.262
9,5	29.315	4.074	57.668	91.057

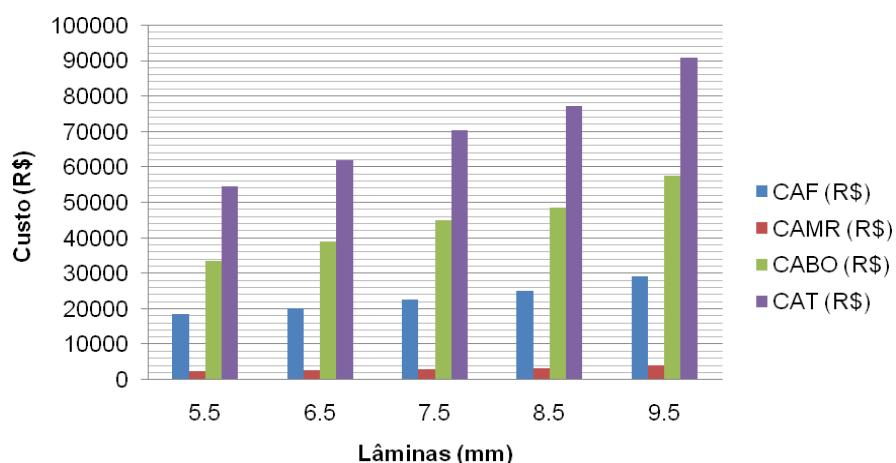


Figura 1-Custos do sistema elevatório em função de diferentes lâminas.

Conforme a Figura 1, o custo de bombeamento foi o que mais contribuiu no custo anual total. Há de ser esclarecer que no custo anual fixo não se considerou o equipamento de irrigação (pivô central) que se somado ao do sistema de bombeamento tenderia a se tornar o mais intenso no custo anual total devido ao elevado custo deste equipamento.

Tabela 4-Custos do sistema elevatório por milímetro aplicado

Lâmina 24 h (mm)	Lâmina anual (mm)	CAF marginal (R\$)	CAMR marginal (R\$)	CABO marginal (R\$)	CAT marginal (R\$)
5,5	660	28,18	3,87	50,71	82,76
6,5	780	25,88	3,46	50,08	79,42
7,5	900	25,06	3,38	50,01	78,45
8,5	1020	24,75	3,32	47,68	75,75
9,5	1140	25,71	3,57	50,59	79,87

Conforme a Tabela 4 se verifica que o custo de 1 (um) milímetro de irrigação varia entre R\$ 75,75, para o sistema que tem capacidade de aplicar 8,5 mm por dia (1020 mm em 120 dias), e R\$ 82,76, para o sistema que tem capacidade de aplicar 5,5 mm por dia (660 mm em 120 dias). Com isso, pode-se comparar o efeito do custo da irrigação no custo de produção da cultura para cada milímetro aplicado.

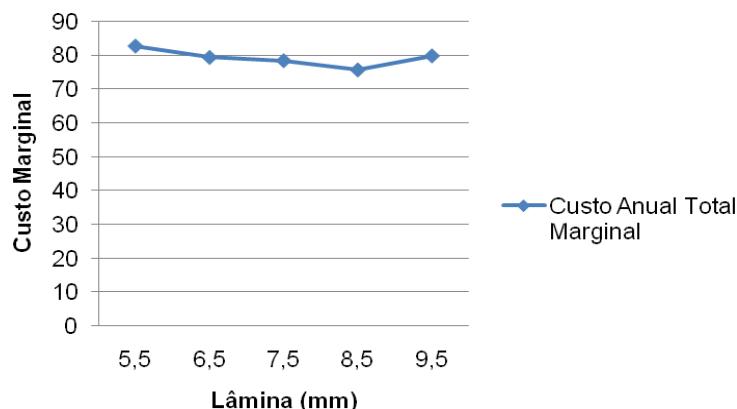


Figura 2-Custo por milímetro de lâmina diária aplicada.

CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS: Os resultados mostraram que os custos anuais totais tiveram crescimento diretamente proporcional ao acréscimo de lâmina e, assim, os custos marginais apresentaram valores próximos, variando entre R\$ 75,75/mm e R\$ 82,76/mm, portanto critério de velocidade de escoamento constante mostrou ser adequado para se dimensionar sistemas elevatórios análogos instalados sob diferentes demandas hídricas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J. A. Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado. Circular técnica, CPAC/EMBRABA, n.16, 1983, p.1-53.
- CPFL. Resolução No. 627/ANEEL DOU de 08/04/2008. Disponível em <http://www.cpfl.com.br> acesso em 7 set. de 2008.
- ZOCOLER, J.L. et al. Modelo para determinação do diâmetro e velocidade de escoamento econômica em sistemas elevatórios de água. In: CONGRESSO TEMÁTICO DE DINÂMICA E CONTROLE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL. Ilha Solteira, UNESP, 2004.
- ZOCOLER, J.L. Modelo matemático para cálculo dos custos e otimização de sistemas de bombeamento. Tese (Livre Docêncio) – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira – UNESP. Ilha Solteira, 2003. 189p.
- ZOCOLER, J.L. Modelo para dimensionamento econômico de sistemas de recalque em projetos hidroagrícolas. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998. 107p.