

SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO COM VARIAÇÃO DE CARGA EM UM DISTRITO DE IRRIGAÇÃO VISANDO À ECONOMIA DE ENERGIA USANDO EPANET

MARIA JOSELMA DE MORAES¹, DELLY OLIVEIRA FILHO², JORGE HENRIQUE ABRÃO DE CASTRO DAMIÃO³, ELOINY GUIMARÃES BARBOSA⁴, MARCOS EDUARDO VIANA DE ARAUJO⁵

¹ Prof^o DSc em Engenharia Agrícola, UEG/CCET, mjmoraes60@gmail.com

² Prof^o DSc em Engenharia Elétrica, UFV

³ Engenheiro Agrícola, UFV

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG/CCET, eloinyguimaraes@outlook.com

⁵ Graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CCET

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A área de agricultura irrigada no Brasil no ano de 2016 foi de aproximadamente 6,2 milhões hectares, possibilitando um grande incremento de produção. Em uma área irrigada o gasto com energia em um sistema de bombeamento é responsável por cerca de 25% dos custos de produção. O objetivo deste trabalho foi simular, usando Epanet, um sistema de bombeamento com variação de carga em um distrito de irrigação, visando à economia de energia. Foi escolhido como base um perímetro irrigado contendo quatro lotes, e a partir de suas características, realizado um dimensionamento matemático e uma simulação da economia de energia, com ou sem a utilização do inversor de frequência. Para validar a simulação, foi desenvolvido um protótipo em Laboratório. As perdas de carga, semelhantes ao sistema idealizado, foram efetuadas por meio do uso de válvulas de gaveta, que também simularam as saídas de água dos lotes. O acionamento do sistema foi feito por meio de um motor de 3 cv. A modelagem usando o Epanet evidenciou-se viável para simulação de sistemas hidráulicos de perímetros irrigados, simulando ainda as diferentes variações de carga exigidas no sistema de bombeamento.

PALAVRAS-CHAVE: Inversor de frequência, bombeamento, automação.

SIMULATION OF A PUMPING SYSTEM WITH LOAD VARIATION IN AN IRRIGATION DISTRICT VISING THE ENERGY ECONOMY USING EPANET

ABSTRACT: The area of irrigated agriculture in Brazil in the year 2016 was approximately 6.2 million hectares, allowing a large increase in production. In an irrigated area, the expenditure on energy in a pumping system is responsible for about 25% of the costs of production. The objective of this study was to simulate, using Epanet, a system of pumping with load variation in a district of irrigation, aiming to save energy. It was chosen as the basis of an irrigated perimeter containing four lots, and from its characteristics, carried out a mathematical scaling and a simulation of energy saving, with or without the use of frequency inverter. The load losses, similar to the system devised, were carried out using drawer valves, which also simulated the outputs of water of lots. The actuation of the system was done by means of a motor of 2.96 HP. The modeling using Epanet has become viable for simulation of

hydraulic systems of irrigated areas, simulating still the different load variations required in pumping system.

KEYWORDS: Frequency inverter, pumping, automation.

INTRODUÇÃO: Irrigar é fornecer água em quantidade e no tempo adequado às culturas para atender suas necessidades hídricas. A irrigação é capaz de aumentar a produção em até 2,5 vezes, quando comparado com as áreas não irrigadas, provocando um considerável aumento na receita final dos produtores (BERNARDO et al., 2006). Os perímetros irrigados caracterizam-se por possuírem vários lotes dispostos em diferentes altitudes, diferentes sistemas de irrigação e diferentes tipos de cultura sendo produzidos. Com isso, o sistema de bombeamento desses projetos de irrigação é dimensionado para atender o pico de irrigação, ou seja, para atender os pontos de consumo mais elevados e o ponto mais afastado e com a maior vazão, o que ocasiona na maioria das vezes, um superdimensionamento dos sistemas (LAMADDALENA et al., 2012). Uma alternativa viável e eficaz que auxilia na escolha do melhor sistema de bombeamento para diferentes necessidades de perímetros irrigados é o software EPANET, que segundo Gonçalves (2009), é um programa computacional que permite modelagem de sistemas hidráulicos em período estendido (dinâmico) e com variação de velocidade da bomba, podendo assim ocasionar um melhor dimensionamento dos sistemas de irrigação, aumentando sua eficiência. Portanto, objetivou-se com esse trabalho simular, usando Epanet, um sistema de bombeamento com variação de carga em um distrito de irrigação, visando à economia de energia.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Energia na Agricultura e no de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Foi idealizada uma situação hipotética para um perímetro irrigado, contendo quatro lotes com 25 m de largura e 200 m de comprimento, totalizando uma área de 0,5 ha cada lote. A área total irrigada foi de 2 ha, considerando-se uma vazão contínua unitária de 1,4 L/(s/ha) durante 12 horas, para uma área com declividade uniforme; a vazão de bombeamento de 2,8 L/s (10,08 m³h⁻¹); e a distância da bomba até a tomada de água do primeiro lote de 73 metros.

Escolheu-se quatro culturas, com diferentes lâminas de irrigação e determinou-se as demandas hídricas de cada cultura para posterior realização das simulações. Para simulação no software EPANET, considerou-se a demanda hídrica de cada cultura, a simultaneidade; mas manteve a mesma vazão na saída de cada lote. Foram realizadas simulações sem variação de velocidade do conjunto motobomba (sem inversor frequência) e com variação de velocidade do conjunto motobomba (com inversor frequência), totalizando um tempo de irrigação total no perímetro de 12 horas por dia, de acordo com o dimensionamento agrônomico e hidráulico fixado.

A simulação foi realizada de forma a atender todas as possíveis combinações de irrigação simultânea entre as diferentes culturas nos lotes e suas respectivas demandas, a fim de se estabelecerem diferentes pontos de operação da bomba (carga) em cada combinação. Posteriormente, realizaram-se as mesmas combinações em um protótipo, construído em laboratório, para validar a simulação do perímetro irrigado de quatro lotes, usando o programa computacional EPANET. O protótipo em escala reduzida constituiu-se de uma linha de irrigação com quatro saídas de água nos lotes como pode ser observado na Figura 1. Para simular o perímetro hipotético no protótipo, foi realizada a perda de carga por meio de fechamento do registro de gaveta existente em cada trecho.

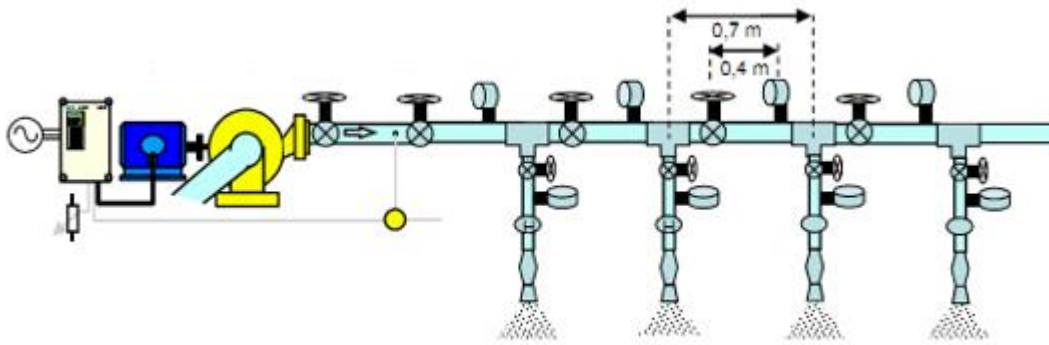


FIGURA 1. Desenho esquemático do protótipo construído em laboratório.
Fonte: Ribeiro, 2008.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Procedeu-se com a simulação via EPANET, partindo do pressuposto da existência de combinações diferentes para as quatro culturas, quanto a localização de cada uma nos lotes. Visando identificar a combinação mais eficiente do ponto de vista energético, simulação esta que pode ser observada na Figura 2.

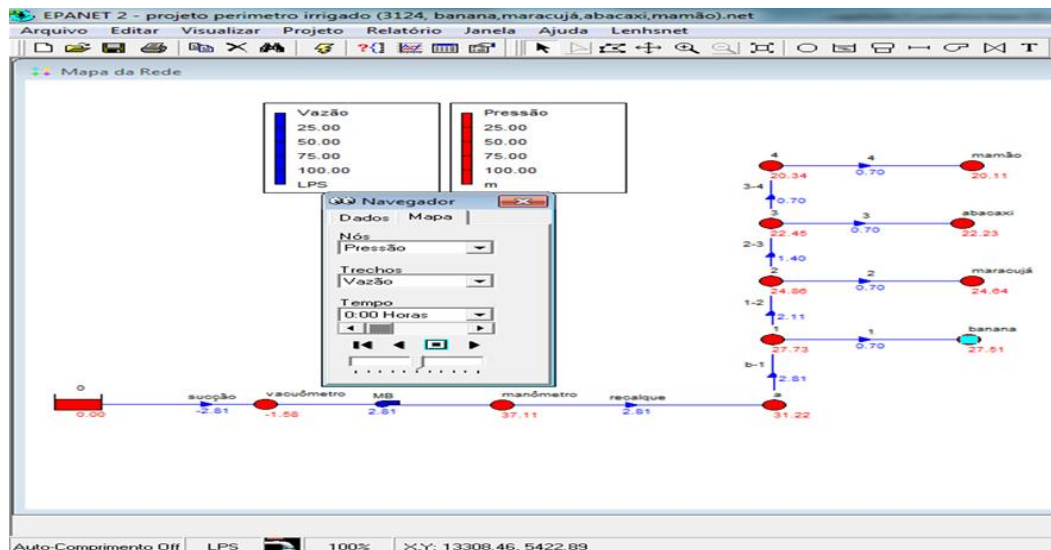


FIGURA 2. Resultado da modelagem no software EPANET considerando quatro lotes sendo irrigados.

Na Tabela 1 é apresentado o resultado da simulação no software e a variação de potência quanto ao uso do inversor de frequência para oito das diferentes combinações de locação das culturas, onde IF refere-se a utilização do inversor de frequência e SI a sua ausência. Essa variação ocorreu porque a bomba não trabalhou com vazão máxima (quatro lotes irrigando) e a localização dos lotes influenciou na potência demandada, por causa da altura geométrica do lote ser maior, necessitando de maior potência para levar o líquido.

Observa-se na Tabela 1, que sem o uso do inversor de frequência (SI) o motor trabalha atendendo sempre a máxima solicitação de carga, independente da combinação de lotes irrigados, não havendo variação na potência consumida (1,90 kW). Fato esse, que é contrário quando consideramos o uso do inversor (IF), onde a potência varia conforme as diferentes combinações, evidenciando assim a economia de energia que o inversor pode ocasionar quando utilizado em perímetros irrigados (GOMES, 2009).

TABELA 1. Resultado da simulação para 8 das diferentes combinações possíveis, sem inversor de frequência (SIF) e com inversor de frequência (IF) para os lotes irrigados nas primeiras 11 horas de irrigação

Combinações	H _{man} SI (kPa)	H _{man} IF (kPa)	Vazão (m ³ h ⁻¹)	Rendimento* (%)	Potência SI (kW)	Potência IF (kW)
1234	467,88	314,62	2,52	17,29	1,90	1,28
1432	467,88	273,35	2,52	17,29	1,90	1,11
2341	467,88	294,77	2,52	17,29	1,90	1,20
2431	467,88	274,13	2,52	17,29	1,90	1,11
3142	467,88	293,99	2,52	17,29	1,90	1,19
3421	467,88	273,35	2,52	17,29	1,90	1,11
4123	467,88	254,18	2,52	17,29	1,90	1,03
4132	467,88	254,18	2,52	17,29	1,90	1,03

Verificou-se que na maioria dos sistemas de bombeamento para irrigação existe variação de carga exigida na bomba, assim sendo o inversor de frequência aparece como forma de controle que pode intervir no sistema, visando economia de energia. Segundo Jiménez-Bello (2010), só o uso do inversor de frequência (nível de controle programado) não automatiza o sistema, porém permite as bombas operarem com variação de rotação que necessita o sistema, garantindo mais eficiência energética, sendo possível determinar, antes da irrigação, a carga necessária na estação de bombeamento que possa garantir a pressão mínima de operação.

CONCLUSÕES: A modelagem computacional, usando o programa Epanet, evidenciou-se uma alternativa eficiente para simular o perímetro irrigado e as variações de carga no conjunto motobomba. O uso de inversor de frequência exibiu-se como equipamento útil na variação da velocidade da bomba, proporcionando redução do gasto de energia.

REFERÊNCIAS

- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.
- GOMES, H.P. **Sistemas de bombeamento: eficiência energética**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2009. p. 460.
- GONÇALVES, R.F. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 352 p.
- JIMÉNEZ-BELLO, M.A.; BALLESTER, C.; CASTEL, J.R.; INTRIGLIOLO, D.S. Development and validation of an automatic thermal imaging process for assessing plant water status. **Agric. Water Manage**, v. 98, p. 1497-1504, 2011.
- LAMADDALENA, N.; KHILA, S.; LEBDI, F. Possibility of energy saving in on-demand irrigation systems. **Recent Researches in Hydrology, Geology and Continuum Mechanics**, 2012.
- RIBEIRO, M.C. **Eficientização e gerenciamento do uso de energia elétrica em perímetros irrigados**. 2008. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.