

SOFTWARE EDUCATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

GERONIMO BARBOSA ALEXANDRE^{1*}, AKLENIO SILVESTRE SILVA²; JORDÂNIO INÁCIO MARQUES³;
PATRÍCIO GOMES LEITE⁴; THALYS DE FREITAS FERNANDES⁵;

¹ Ms. Engenharia Elétrica, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns - PE, geronimo.alexandre@ee.ufcg.edu.br

² Ms. Engenharia Química, UFCG, Campina Grande - PB, akleniosilvestre@yahoo.com.br

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande - PB, jordanioinacio@hotmail.com

⁴ Ms. Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande - PB, pgomesleite@gmail.com

⁵ Ms. Engenharia Química, UFCG, Campina Grande - PB, thalys.fernandes@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Artigos têm sido publicados com o objetivo de demonstrar as vantagens do uso de *softwares* e aplicativos, bem como no sentido de comparar os seus desempenhos na tarefa de ensinar. Logo este trabalho almeja aplicar um *software* denominado de Syspump, desenvolvido com a finalidade de auxiliar e melhorar o ensino e aprendizagem da disciplina de Sistemas de Bombeamento. O Syspump foi desenvolvido utilizando programação VBA/Excel MS. Nele se cadastrou um banco de dados de bombas centrífugas e exigiu do usuário: a altura de sucção, a de recalque, a rugosidade do material, a densidade e a viscosidade do fluido. Como resultados obtêm-se: a vazão do sistema, o NPSH disponível e a potência requerida. O Syspump foi fornecido à turma para ser utilizado como uma ferramenta auxiliar no dimensionamento de um sistema real de bombeamento, repassado pelo professor da disciplina. Assim, espera-se obter resultados baseados na aceitabilidade do uso do *software* na disciplina e através de uma pesquisa de satisfação no comércio.

PALAVRAS-CHAVE: Software, sistemas de bombeamento, ensino, engenharia.

EDUCATIONAL SOFTWARE FOR PUMPING STATIONS DIMENSIONING

ABSTRACT: Papers have been published in order to demonstrate the advantages of using software and applications, and in order to compare their performance in the task of teaching. Soon this work aims to apply called Syspump software developed in order to assist and improve the teaching and learning of Unit Operations discipline I. Syspump was developed using VBA / MS Excel programming. It registered a centrifugal pumps database and required user: suction height, the repression, the roughness of the material, the density and viscosity of the fluid. How results are obtained: the system flow, the NPSH available and required power. The Syspump was provided to the class to be used as an auxiliary tool in the design of an actual pumping system, passed by the subject teacher. So we expect to get results based on the acceptability of the use of software in the discipline through a satisfaction survey.

KEYWORDS: Software, pumping systems, teaching, engineering.

INTRODUÇÃO

O avanço da computação e da tecnologia da informação fez surgir uma diversidade de *software* e aplicativos *web* com grande potencial para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da engenharia, dentre os quais podemos citar: Mathcad®, Mathematica®, Matlab®, Maple™ e Polymath®. Diversos artigos têm sido publicados com o objetivo de demonstrar as vantagens do uso destes *softwares* e aplicativos, bem como no sentido de comparar os seus desempenhos na tarefa de ensinar (Adaptado de Brito, et al, 2015; Biacchi & Souza, 2015).

Independente do *software* escolhido, o pré-requisito fundamental para uso do computador na resolução de problemas da engenharia é o estudante pensar de forma lógica e sistemática. Minimizar o problema através do uso de facilidades e/ou simplificações pode custar um preço muito alto para o

futuro da engenharia. A sistemática usada para resolução de problemas da engenharia defendida neste trabalho apresenta elevada taxa de sucesso em nível de pós-graduação e a ideia é antecipar o seu uso para os estudantes de graduação (Adaptado de Brito, et al, 2015). Neste contexto o objetivo deste trabalho é a divulgação do *software* desenvolvido pela equipe de pesquisadores, fruto de um trabalho de dois anos, utilizando de programação VBA/Excel MS, validado no ensino da engenharia química, especialmente na disciplina de Máquinas hidráulicas e estações de bombeamento, o *software* é chamado de SYSPUMP e se encontra na versão 01.

O *software* SYSPUMP V.1 fornece os dados para o dimensionamento e a instalação de estações de bombeamento de até 20 kVA e foi desenvolvido para ser executado em qualquer microcomputador, versões posteriores a 2000, compatível com o sistema operacional *Linux* e *Windows*. O cálculo da potência instalada e a seleção da tubulação adequada são feitos considerando a vazão, a altura útil e o comprimento da tubulação adutora. Em um único programa estão reunidos: o cálculo da tubulação adutora, o dimensionamento das bombas centrífugas, a especificação dos motores e do grupo de emergência e a geração de todas as informações a serem anexadas ao memorial de cálculo e/ou descritivo facilitando o orçamento e a execução do projeto.

O *software* mostrou-se de fácil uso, exigindo recursos computacionais mínimos. Sendo uma ferramenta de baixo custo, útil para avaliação da viabilidade de implantação de estações de bombeamento. Neste trabalho serão apresentados os principais resultados do uso do *software* na disciplina, a pesquisa de satisfação do aluno, as conclusões sobre a melhoria do processo de ensino-aprendizagem e os resultados da pesquisa de mercado nas lojas de vendas de bombas hidráulicas e motores na Cidade de Campina Grande/PB sobre a aceitação de uma ferramenta computacional no comércio, ajudando na tomada de decisões, informando a (s) melhor (es) bomba (s) para determinada aplicação, reduzindo tempo/dinheiro no projeto hidráulico e a melhoria da qualidade do sistema de bombeamento, adequando à bomba correta para devida aplicação (evitando sobre dimensionamento ou subdimensionamento). O diferencial da ferramenta desenvolvida está no baixo custo de implantação, na eficiência e na possibilidade de dar suporte na tomada de decisão por parte de comerciantes e produtores rurais na escolha da bomba correta para seu sistema de irrigação.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 01 dedica-se a apresentar a problemática a ser discutida, dando ênfase aos conceitos fundamentais e os objetivos traçados para compreensão da aplicação do *software* como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizagem e no correto dimensionamento de sistemas de bombeamento. Os materiais usados e as técnicas aplicadas para condução da pesquisa, em especial o estudo de aceitação/satisfação conduzido com alunos de graduação, com donos de lojas de vendas de bombas na cidade de Campina Grande - PB e a aplicação do SYSPUMP V.1 no dimensionamento de um sistema de irrigação real a ser instalado no município do Barro - CE é estabelecida na segunda Seção. A terceira Seção é dedicada à apresentação e discussão dos resultados da pesquisa (campo e experimental / Sala de aula). Na quarta Seção apresentam-se as conclusões e eventuais trabalhos futuros.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1 é ilustrada a tela principal do SYSPUMP V.1. Na tela inicial do simulador é possível cadastrar vários tipos de bombas na aba “*cadastrar bombas*”, na aba “*equipamentos*”, o usuário pode escolher o tipo de região de sucção ou a região de recalque, qualquer uma delas, o usuário pode cadastrar os acessórios, os joelhos, o quantitativo e as dimensões. Na janela “*definir sistema*” o usuário irá informar as cotas, as distâncias e as propriedades do fluido. Depois de inserido as informações do sistema, o simulador oferece a opção de efetuar cálculos (*calcular*), nesta aba, o *software* irá traçar as curvas manométricas do sistema e da bomba mais apropriada para a respectiva aplicação. Vale ressaltar que o simulador determina a melhor bomba para a aplicação (intersecção das curvas) de maneira automática. A Figura 2 ilustra as abas geradas pelo *software*.

O procedimento de campo executado consistiu na aplicação do simulador na disciplina de Sistemas de bombeamento do curso superior de Tecnologia em Automação Industrial do IFMA, como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, ao término da disciplina, questionários foram aplicados junto da turma sobre o uso do simulador durante o semestre. Uma pesquisa de aceitação de um *software* para auxiliar na tomada de decisão nas lojas de vendas de motores e bombas centrífugas foi realizada na cidade de Campina Grande – PB e para validar o *software* em

desenvolvimento foi dimensionado um sistema de bombeamento real para uma unidade de produção de tomates (pequeno produtor rural) no município do Barro no estado do Ceará.

Figura 1 – Tela inicial do simulador.

Figura 2 – (A) Inserção dos dados manométricos do problema.

SisPump 1.0 -Versão Beta®
Sistema para Dimensionar Bombas
Alkeino Silvestre da Silva-Engenheiro Químico UFCG-PB.
Alkeinosilvestre@yahoo.com.br

Cadastrar Bombas Equipamentos Definir Sistema

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \Delta P$$

$$f = \frac{0,25}{\left(2,3 \text{Log} \left(\frac{1}{3,7} \left(\frac{E}{D_i} \right) + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right)^2}$$

$$\Delta P = 4f \frac{L \rho V^3}{D_i (2g)}$$

Modelo Ilustrativo

Gravidade (m/s²): 9,82

Propriedades do Fluido

Nome do Fluido: Água destilada

den.: 2000 kg/m³
visc.: 120 pas
Press. de vapor: 4500 pa

Tubulação

Nome do Material: PVC
Rugosidade (m): 0,0022

RECALQUE

Pressão P2 (Pa): 10
Tubulação Lr (m): 40
Diâmetro Dr (m): 0,025

Z2 (m): 20

ZT = (Z2 - Z1)

SUCCÃO

Press. P1 (Pa): 10233
Tubulação Ls (m): 2
Diâmetro Ds (m): 0,025

Z1 (m): -40

Figura 2 - (B) Opção de cadastrar bombas e acessórios no simulador.

Cadastrar Bombas

Modelo: Marca: Potência CV:

Fase: Nº de estagios: Diâmetro do Rotor (mm):

4 Bombas Cadastradas

H (mca) Q(m³/h)

Cadastro/ Região de Recalque

| Nº | Acessórios | Qtd. | Le | Let |
|-------------------------|------------|------|----|-----|
| 2 | Valvula | 2 | 4 | 8 |
| Comprimento Equivalente | | Le = | 14 | |

Acessórios: Limpar Tudo

Comprimento Equivalente (m):

Quantidade:

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferença entre ensino e aprendizagem é que o ensino é arte de introduzir ideias nas cabeças das pessoas e aprendizagem é a arte de fazer brotar ideias nas cabeças das pessoas. No ensino o professor faz sua aula expositiva e os alunos apenas ouvem o conhecimento e não há participação, no caso da aprendizagem o professor deixa de ser o único ator e permite que os alunos participem da aula. O professor moderno deve ser versátil “bebendo” das duas opções ora ensina ora estimula o aluno a aprender. Em síntese, a atenção principal na ação educativa transfere-se em grande parte, do ensino para a aprendizagem. Assim o professor é mais do que transmissor de conhecimento, é um facilitador da aprendizagem (Gil, 2010; Massueto, 2003). Neste contexto o uso de simuladores por parte dos professores vem se tornando uma técnica moderna e que traz bons resultados, devido ao seu baixo custo, fácil acesso e a sua eficiência no ensino. A justificativa do uso de simuladores no ensino se deve pelo fato de que, por serem programas de computador, novas funcionalidades podem ser incluídas conforme a necessidade.

A turma que foi introduzido o aplicativo é composta de 40 alunos do sexto semestre do curso, onde todas as aulas foram realizadas com auxílio do simulador. Quando questionados se o uso do *software* facilitou o processo de ensino aprendizagem na disciplina o resultado foi satisfatório

conforme ilustrado na Figura 3, já a Figura 4 ilustra os resultados da aceitação do uso do simulador em projetos reais no dia-dia do futuro engenheiro. Quando questionados da ciência de outros simuladores a resposta dos alunos estão ilustradas na Figura 5 e a opinião dos empresários na Figura 6.

Figura 3 - Estatística da aceitação no ensino. Figura 4 - Estatística da aceitação em projetos reais.

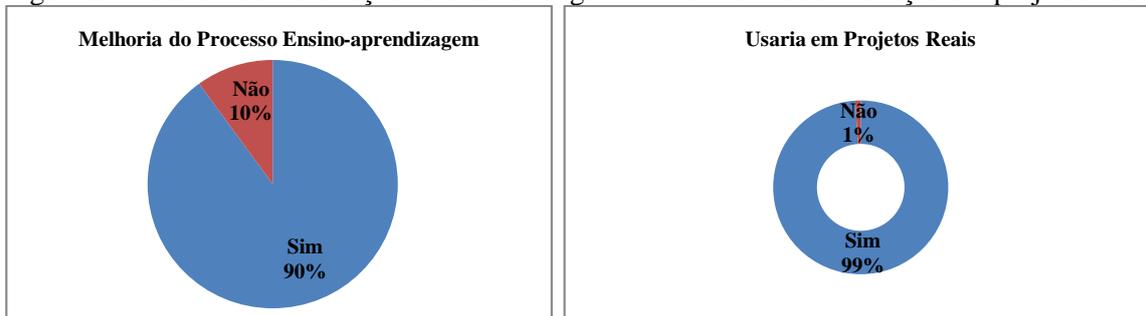
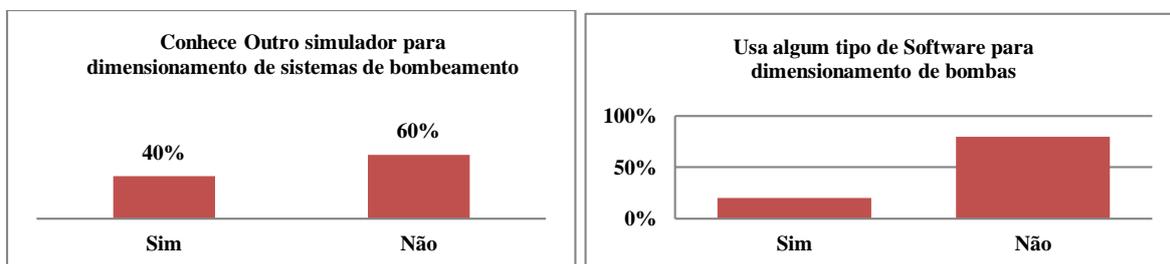


Figura 5- Uso de *softwares* da área - Alunos. Figura 6 - Uso de *softwares* da área – Comerciantes.

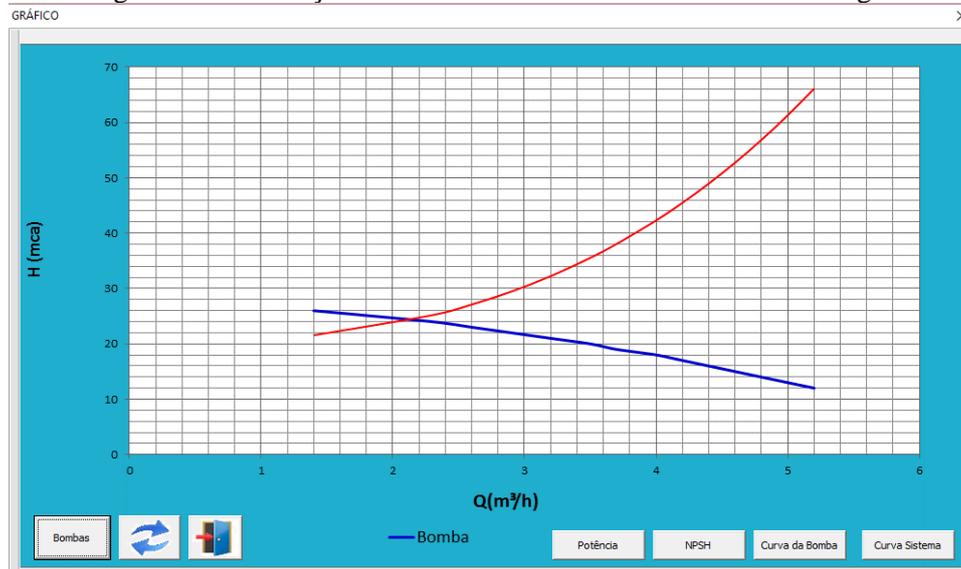


Na cidade de Campina Grande – PB existe quatro grandes lojas de vendas de motores elétricos e bombas centrífugas, em todas fora aplicados questionários sobre o uso de um simulador para ajudar no processo de tomada de decisão na venda da bomba correta, evitando sobredimensionamento e perda de material (problema constatado: O vendedor e produtor rural induzem ao sobre dimensionamento do sistema de bombeamento por falta de conhecimento e por falta de uma ferramenta especialista, sendo usado o senso comum e a vivência prática do dia-dia, o que acaba aumentando os custos do sistema de bombeamento como um todo). A pesquisa de campo realizada constatou a aceitação do *software* pelos comerciantes, sendo que 80% dos vendedores e donos de lojas entrevistados responderam que não conheciam nenhuma ferramenta computacional para dimensionamento de sistemas de bombeamento (20% responderam que Sim), quando questionados se a loja usa de algum tipo de ferramenta computacional para auxiliar no processo de escolha da bomba correta para atender determinada aplicação do produtor rural, 99% responderam que não e 1% responderam que Sim. Já no quesito de existir a ferramenta computacional, a loja usaria a ferramenta para auxiliar na tomada de decisão, 60% afirmaram que sim e 40% afirmaram que não, estes justificaram que são empresas tradicionais e que não precisariam se modernizar. A automação da tomada de decisão é que leva a empresa ser mais competitiva esta foi à afirmação dos empresários que disseram que implantariam o simulador nas suas lojas. Dentre os comerciantes que são favoráveis a implantação do simulador, 80% querem que a ferramenta seja gratuita e 20% dizem que por se tratar de um serviço este deve ser remunerado. Em conversas com clientes (produtores rurais) que estavam nas lojas consultadas, constatou-se que 80% desconhecem a existência de ferramentas de apoio a projetos de sistemas de bombeamento, mas que usariam algum tipo de ferramenta computacional no apoio do projeto, desde que fosse gratuito.

O sistema de bombeamento que foi utilizado como estudo de caso para avaliar o *software*, trata-se da instalação de uma planta de bombeamento fotovoltaico para captação de água que, por gravidade, deverá irrigar canteiros para produção de tomates, ervas, hortaliças e plantas ornamentais em espaços reduzidos, notadamente urbanos. O sistema consiste de um poço onde será instalada uma bomba centrífuga que bombeia água para uma caixa d'água que por gravidade irá irrigar o cultivo do produtor rural do sítio Alagoinha, localizada no município do Barro no estado do Ceará. Os dados manométricos estão indicados na Figura 2. (A), as curvas fornecidas pelo aplicativo são ilustradas na Figura 7, conforme gráfico o ponto de operação ótimo do sistema é o ponto de intersecção, esta informação é fornecida automaticamente pelo aplicativo, selecionando entre os vários modelos de

bombas cadastradas no simulador, a bomba correta para atender a curva do sistema. Para a aplicação ilustrada na Figura 7, a bomba centrífuga escolhida trata-se do modelo MAS-23 R 1 ½ da *Schneider Electric*, monofásica, com um estágio, 200 mm de diâmetro do rotor e 15 CV de potência (1CV = 736 W). O botão *Bombas* permite selecionar outra bomba em tempo real, já o botão seta dupla permite efetuar os cálculos pelo simulador para a nova bomba selecionada. Caso não fosse utilizado o simulador o produtor rural iria comprar uma bomba com 18 CV, tornando o sistema mais caro e com maior consumo energético.

Figura 7 – Intersecção das curvas do sistema e da bomba centrífuga.



CONCLUSÃO

O uso de *softwares* apresenta potencial para auxiliar na tarefa de ensinar engenharia. Entretanto, é necessário tomar as devidas precauções no uso destes, de modo a evitar que o estudante seja estimulado a minimizar a importância da programação, a qual, normalmente, está relacionada com pensar de forma lógica e sistemática. Neste sentido, é recomendável iniciar com um *software* que exija mais do estudante, para em seguida, se for o caso, passar para um *software* mais amigável. Neste cenário o SYSPUMP V.1 foi projetado para ser executado no sistema operacional *Linux* ou *Windows* com *interface* homem-máquina simples, interativa e didática. É um programa que integra o cálculo da tubulação adutora de água, o dimensionamento das bombas, a especificação dos acessórios (joelhos, canos, válvulas e canos), o dimensionamento da tubulação e o quantitativo de acessórios, gerando todas as informações a ser anexada (relatório) a memória de cálculo e descritiva. Sendo por todos estes motivos, uma ferramenta de baixo custo que pode contribuir para a popularização da prática de implantação de sistemas de bombeamento ótimo, permitindo um melhor aproveitamento do potencial hídrico das regiões rurais do país.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gil, A. C. Como Planejar o Ensino. In: GIL, A. C. O que é Didática do Ensino Superior. São Paulo: Atlas, 2010. (p. 94-107).
- Masuetto, M. T. Técnicas para o desenvolvimento da aprendizagem em aula. In: MASETTO, M. T. Competência pedagógica do professor universitário. São Paulo: Summus, 2003.
- Souza, T. M; Bianchi, I. *Software* para dimensionamento de microcentrais hidrelétricas. IV Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.
- Brito, R. P; O Necessário e Suficiente para Fazer do Computador um Aliado na resolução de Problemas de Engenharia. UFCG, XI Encontro de Iniciação Científica, 2015.