

LABORATÓRIO VIRTUAL DE BOMBAS HIDRÁULICAS

Pedro Guido Mottes Bassegio¹; Guilherme Santanna Castiglio²; Leandro Arruda Monteiro³;

Mauricio Dai Prá⁴; Luiz Augusto Magalhães Endres⁵; Mariane Kempka⁶

RESUMO – Devido à pandemia da Covid-19, as atividades de ensino presencial desenvolvidas em laboratórios foram fortemente impactadas. Diante deste panorama adverso alternativas de ensino necessitaram ser planejadas. O desenvolvimento de um software educacional mostrou-se uma alternativa para complementar as atividades de ensino das disciplinas de hidráulica, mecânica dos fluidos e máquinas hidráulicas presentes nas grades curriculares de 12 cursos de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O software denominado *Laboratório Virtual de Bombas Hidráulicas* foi desenvolvido em linguagem *Python*, contando com recursos audiovisuais e de tutoriais, que possibilitam a inserção do estudante nas práticas de laboratório, simulando dados de vazão com a respectiva altura manométrica no intuito de determinar a curva característica da bomba hidráulica para diferentes rotações de operação. A primeira versão do software ainda necessita de avaliações e opiniões dos usuários para que, de forma colaborativa, seja possível realizar as adequações para suprir os anseios e necessidades para aprimorar o processo de aprendizagem.

ABSTRACT – Due to the Covid-19 pandemic, face-to-face teaching activities carried out in laboratories were strongly impacted. Given this adverse scenario, teaching alternatives had to be planned. The development of an educational software proved to be an alternative to complement the teaching activities of the courses of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines present in the curricula of 12 engineering majors at the Federal University of Rio Grande do Sul. The software named Virtual Laboratory of Hydraulic Pumps was developed in Python language, with audiovisual resources and tutorials, which allow for the immersion of the student in laboratory practices, simulating flow rate data with the correspondent manometric head in order to determine the characteristic curve of the hydraulic pump for different operating conditions, i.e., rotational velocities. The first version of the software still needs user evaluations and opinions so that, in a collaborative way, adjustments can be made aiming to improve the learning process.

Palavras-Chave – Software educacional, laboratório virtual, bombas hidráulicas

1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS, e-mail: pedroguido33@hotmail.com

2) UFRGS. Escola de Engenharia, Av. Osvaldo Aranha, 103, Porto Alegre - RS, e-mail: guilhermecastiglio@gmail.com

3) UFRGS. Instituto de Informática. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS, e-mail: lamonteiro@inf.ufrgs.br

4) UFRGS. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS, e-mail: mauricio.daipra@ufrgs.br

5) UFRGS. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre - RS, e-mail: endres@ufrgs.br

6) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Avenida Laura Pacheco Bastos, 800 – Industrial Guarapuava - PR, 85053-525, e-mail: marianekempka@professores.utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

Devido à pandemia da Covid-19, diversas atividades presenciais necessitaram ser repensadas e remanejadas no intuito de garantir a preservação da saúde coletiva. Da mesma forma que as aulas teóricas presenciais, as práticas de laboratório foram inviabilizadas, tornando-se necessário promover a busca por novas alternativas de recursos e ferramentas de aprendizagem, como a construção de softwares educacionais, que pudessem auxiliar no desenvolvimento e compreensão de conceitos fundamentais na formação acadêmica dos estudantes.

Conforme Zulma (2000), softwares educacionais são definidos como programas de computação elaborados com o objetivo de serem empregados como facilitadores do processo de ensino e conseqüentemente de aprendizagem, os quais possuem algumas características particulares, tais como: facilidade de uso, interatividade e possibilidade de personalizar a velocidade de aprendizado.

Em relação ao desenvolvimento de softwares educacionais especificamente voltados para o ensino de hidráulica, mecânica de fluidos e bombas hidráulicas encontram-se na literatura alguns trabalhos desenvolvidos nestas áreas de conhecimento. Como exemplos, Guillermo, et. al. 2005 desenvolveram um aplicativo denominado *Hidrolândia* apoiando, em ambiente virtual, os experimentos presenciais realizados em disciplina de Mecânica dos Fluidos em cursos de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Teixeira (2019) desenvolveu o software educacional denominado *LabHidra.com*, cujo objetivo foi representar, em ambiente virtual, o experimento prático de bombeamento e cavitação presente na ementa da disciplina de Hidráulica 1 da grade curricular do curso Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Ao encontro do exposto, a primeira versão do software proposto, apresentado ao longo deste trabalho, buscou fornecer aos estudantes de graduação, das mais diversas áreas da engenharia, definições, métodos e práticas de laboratório para determinação das curvas características da bomba hidráulica para diferentes rotações de operação, relacionando as grandezas físicas de vazão e altura manométrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Iniciou-se o processo de projeto do software avaliando o potencial de utilização do recurso educacional nos diferentes cursos de graduação em engenharia da UFRGS. Por meio da análise das grades curriculares dos cursos de engenharia da UFRGS, constatou-se que o software poderia ser aplicado nas disciplinas de mecânica dos fluidos, hidráulica e máquinas de fluxo. Na Tabela 1,

pode-se observar os cursos de graduação em engenharia e as respectivas etapas do currículo disciplinar em que o software apresenta potencial de utilização e aplicação.

Tabela 1: Cursos de graduação em engenharia da UFRGS com potencial uso do software.

Curso/Disciplina	Semestre		
	Mecânica dos Fluidos	Hidráulica	Máquinas de Fluxo
Engenharia Ambiental	4º	5º	-
Engenharia Civil	5º	6º	-
Engenharia Elétrica	-	5º	-
Engenharia Hídrica	4º	5º	Eletiva
Engenharia Mecânica	5º	-	6º
Engenharia Metalúrgica	4º	-	-
Engenharia Química	6º	-	-
Engenharia de Alimentos	5º	-	-
Engenharia de Energia	5º	-	Eletiva
Engenharia de Materiais	5º	-	-
Engenharia de Minas	-	5º	-
Engenharia de Produção	-	6º	-

Observando a Tabela 1, identificou-se que o software de caráter educacional poderia ser aplicado em 12 cursos de graduação em engenharia, beneficiando diversos estudantes com a utilização do recurso. As disciplinas em que o software tem potencial de utilização encontram-se compreendidas entre o quarto e o sexto semestre das respectivas grades curriculares, indicando, desta forma, que os estudantes encontram-se, majoritariamente, na metade de seus cursos de graduação.

Uma vez concluída a avaliação do potencial de aplicação do software, buscou-se definir a linguagem de programação a ser utilizada, visando atender aos recursos necessários previamente estabelecidos no objetivo do software. Optou-se pelo *Python*, por ser uma linguagem de programação de fácil aplicação, possuir sintaxe intuitiva, além de facilitar a interação com ferramentas de interface gráfica.

Para a ferramenta de interface gráfica, essencial no processo de desenvolvimento do software, definiu-se por utilizar a ferramenta denominada *wxPython*, por ser de uso livre, ou seja, não demandar recursos financeiros para adquiri-la, e por possuir um conjunto de ferramentas robusto e versátil. Além disso, a escolha deste recurso gráfico, concentra-se no fato que a *wxPython* pode ser utilizada nos principais e mais difundidos sistemas operacionais de computadores.

No âmbito do desenvolvimento da interface gráfica, utilizaram-se softwares baseados no princípio CAD (desenho assistido por computador), para elaboração das imagens em 2D e 3D representando partes do sistema físico, adaptado das tubulações, equipamentos e instrumentos de

medição existentes no Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica no Saneamento (LENHS) da UFRGS. Este laboratório possui uma série de equipamentos didáticos envolvendo os mais diversos aspectos do uso eficiente de recursos no saneamento, entre eles, a representação de sistemas de bombeamento e instalações de recalque, cuja simulação virtual é a única apresentada neste trabalho. A justificativa para a não reprodução do sistema físico do laboratório por completo, reside na grande complexidade do sistema e pela origem dos dados mensurados serem provenientes da configuração de sistema ilustrada, conforme Figura 1. Em novas versões do software pretende-se elaborar a criação de módulos independentes contendo outras partes do sistema hidráulico, aumentando as opções de simulações e realização de diferentes análises, adicionando complexidade das condições operativas do sistema.

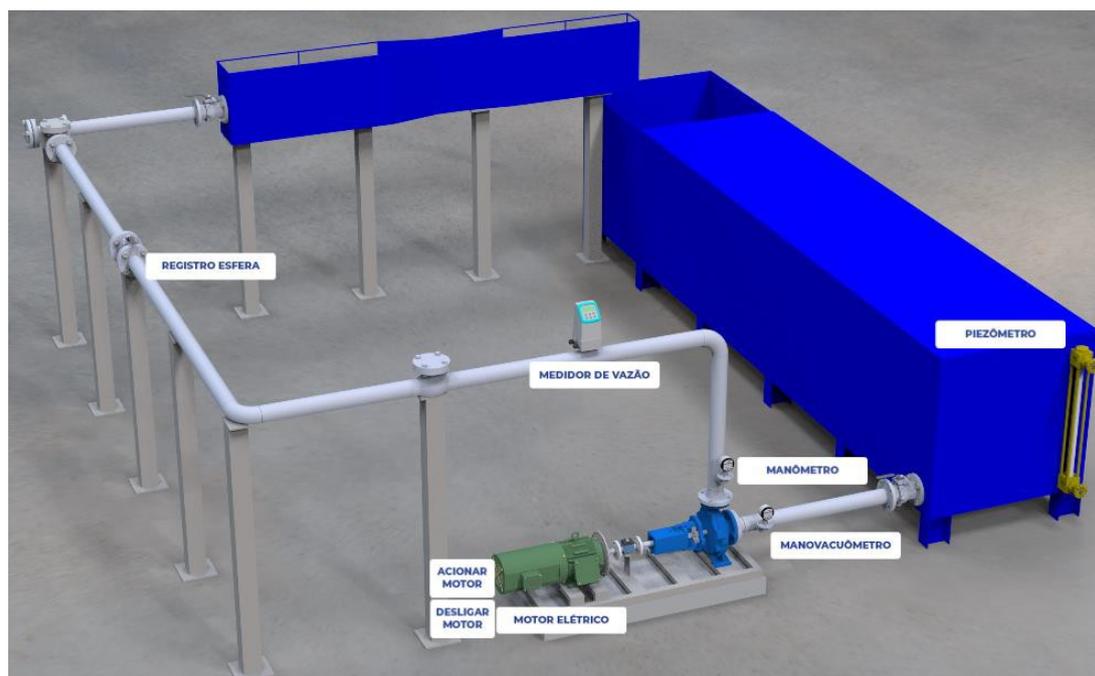


Figura 1: Representação do trecho adaptado do sistema geral representado no software educacional.

A inserção *links* na tela principal do programa, conforme Figura 1, representados pelos nomes dos equipamentos, instrumentos de medição e comandos de acionamento, têm como propósito promover maior interação do usuário com as funcionalidades presentes no laboratório virtual de bombas. Cada *link* está associado a um banco de dados de variáveis, tais como pressão, vazão, rotação do motor e nível de reservatório. É importante destacar que este banco de dados é proveniente dos ensaios previamente realizados no modelo físico presente no LENHS-UFRGS. De posse dos dados obtidos, disponibilizados em planilha eletrônica, primeiramente, realizou-se a conversão para arquivos de extensão do tipo *.json*, compatíveis com a exigência do programa.

Arquivos de extensão do tipo *.json*, têm a finalidade de armazenar e facilitar a transferência informações no computador do usuário. Após a conversão tornou-se possível, através de alterações nos equipamentos controláveis do programa, alterar o valor da variável medida em cada um dos equipamentos presentes no sistema hidráulico, uma vez que no arquivo base dos dados encontram-se as diferentes combinações para cada alteração proposta. Durante a alteração de funcionamento de um equipamento controlável, o programa busca neste arquivo o conjunto de dados que reflete o valor dos equipamentos não controláveis, no caso os medidores de vazão, pressão e de nível, que são lidos e transferidos para a área de exibição do programa.

Após a inserção do banco de dados contendo as variáveis supracitadas, implementou-se a funcionalidade do painel de controle na tela principal do software, cujo objetivo consiste em fornecer aos usuários uma visão geral e integrada do modo de operação do sistema. Através do painel de controle, o usuário pode visualizar, monitorar e modificar as condições operativas de todo sistema. Na Figura 2, na lateral esquerda da imagem, pode-se conferir a representação do equipamento, seu respectivo nome, e, abaixo, um campo de texto com o valor de leitura/resposta do equipamento.

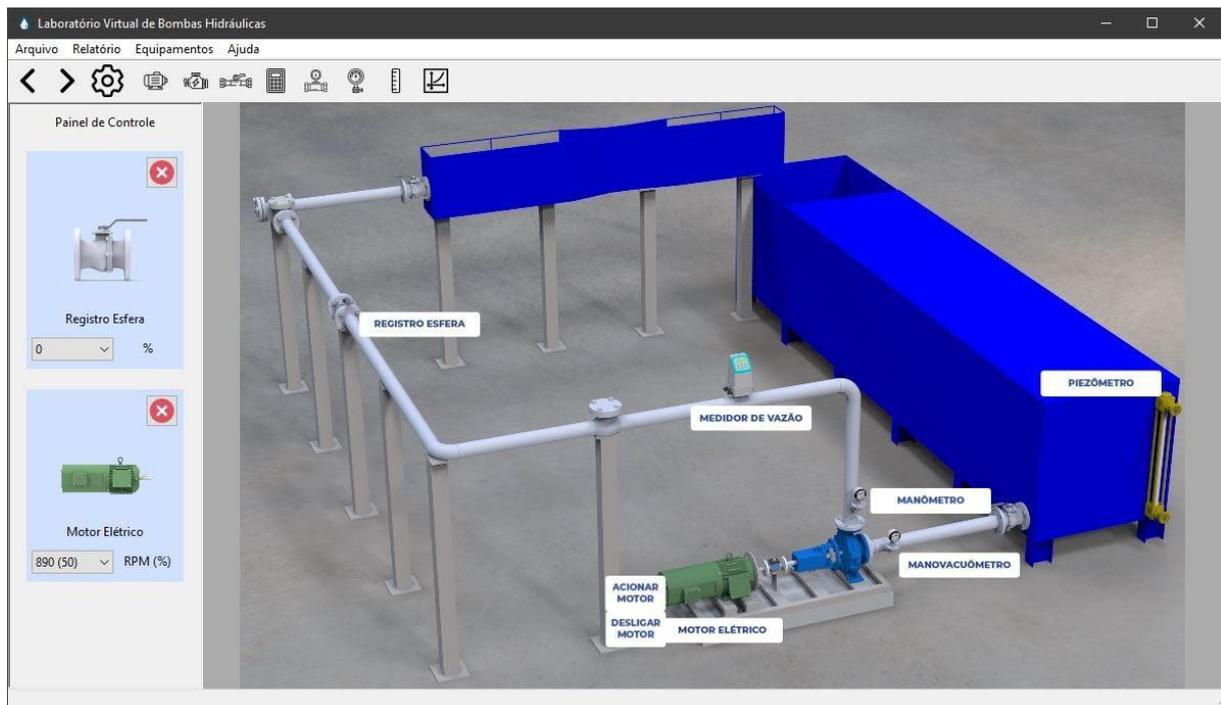


Figura 2: Detalhes do painel de controle inserido no software educacional.

Uma vez elaboradas as principais funcionalidades do software, foram pensadas alternativas no intuito de auxiliar o usuário a se familiarizar com o software. Nesse sentido, criou-se o assistente virtual que interage e auxilia os usuários, por meio de falas apresentadas na forma de balões de

texto contendo as informações e explicações, na operação do software. Na Figura 3 encontra-se a ilustração do assistente virtual do software. Destaca-se ainda, a iniciativa de criar-se uma identidade visual do software através do assistente virtual, já que o personagem pedagógico faz alusão ao símbolo do LENHS-UFRGS.

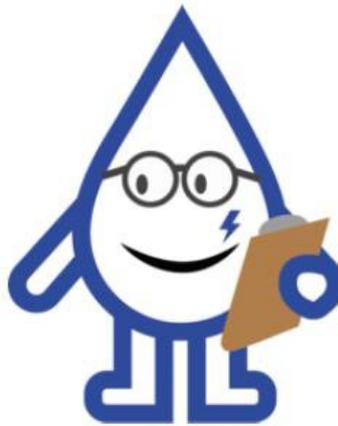


Figura 3: Assistente virtual do software educacional.

Autor: Gustavo Diefenbach.

A interação do assistente virtual com o usuário está organizada em dois momentos, sendo eles: a visita virtual e o tutorial. Na visita virtual, há uma breve apresentação das estruturas e equipamentos que compõem o laboratório virtual. O tutorial, por sua vez, instrui quanto à forma de utilização do software visando à aquisição dos dados, solicitando que o usuário altere as condições operativas dos equipamentos controláveis, na tentativa de exemplificar a forma do usuário proceder. O tutorial não prossegue enquanto certos objetivos não forem cumpridos, como ligar o motor e abrir o registro esfera. Ao final, o tutorial é encerrado e o controle total do programa é conferido novamente ao usuário. Caso as dúvidas persistam, o usuário pode, a qualquer momento, iniciar novamente o tutorial e encerrá-lo através do menu Ajuda.

RESULTADOS E CONCLUSÃO

O software laboratório virtual de bombas hidráulicas encontra-se inserido em um projeto de maior abrangência, cujo objetivo é o desenvolvimento de recursos educacionais digitais. Em decorrência das etapas do cronograma do projeto não ocorrerem de forma simultânea à apresentação dos conceitos nas disciplinas e, aliado às dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do software, o processo de validação e de teste da ferramenta não foi realizado.

Entretanto, diante das circunstâncias evidenciadas e, visando obter um *feedback* a respeito da ferramenta educacional desenvolvida, encaminhou-se o software para alguns professores e ex-

alunos das disciplinas-alvo do recurso proposto, para relatar suas impressões, experiências, dúvidas e sugestões acerca da utilização do software educacional elaborado. Com base nas opiniões provenientes do levantamento prévio realizado, o software apresentou bom potencial de utilização efetiva no ensino, dispõe de boa didática e fácil acesso às ferramentas disponíveis.

Espera-se aprimorar o processo de validação do software através da percepção dos estudantes matriculados nos cursos e nas disciplinas propostas, para adequar o software aos anseios e às necessidades dos estudantes contribuindo de modo efetivo no processo de aprendizado.

O software educacional Laboratório de Virtual de Bombas Hidráulicas é de livre acesso e encontra-se disponível para download na página do repositório LUME-UFRGS através do endereço eletrônico: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/236260>.

AGRADECIMENTOS

Destinamos os agradecimentos principalmente a Gustavo Diefenbach e Marcos Vinícius Trindade Fernandes pela dedicação, empenho e apoio na criação e desenvolvimento das ilustrações do software educacional, os quais foram de suma importância para elaboração do projeto. Estendemos os agradecimentos a Secretaria de Educação a Distância (SEAD/UFRGS) pelos incentivos fornecidos no desenvolvimento de recursos educacionais digitais, sendo de grande importância para a conclusão deste projeto. Agradecemos, ainda, ao LENHS UFRGS e ao PROCEL-SANEAR pelo suporte fornecido para o desenvolvimento de metodologias e práticas para promover o uso eficiente dos recursos hidroenergéticos no saneamento.

REFERÊNCIAS

GUILLERMO, O. E. P.; TAROUCO, L. M. R.; ENDRES, L. A. M. “*Desenvolvimento de Objetos Educacionais: Experimentos em Hidráulica*”. Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, n.2, 2005.

TEIXEIRA, G. A. M. “*Laboratório virtual de simulação de um sistema de bombeamento para aplicação no ensino de hidráulica*”. 2019.

ZULMA, C. “*Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*”. Tesis de Magister em Informática, 2000.