



PROPOSTA DE BANCADA DIDÁTICA PARA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE NÍVEL E VAZÃO - MODELAGEM 3D

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2024.5097

Autores: ANDRE ATHAYDES MARTINS, BENE REGIS FIGUEIREDO, ROSIANE RIBEIRO ROCHA

Resumo: Conforme o levantamento realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), as atividades industriais ocupam a segunda maior participação do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Contudo, a entidade também identificou uma demanda pela mão de obra qualificada, apesar do elevado número de trabalhadores disponíveis no mercado. Diante desse cenário, as instituições de ensino também buscaram atender essa demanda por meio de cursos profissionalizantes com uma abordagem de aprendizagem prática nos laboratórios, onde estão instaladas as plantas didáticas. Também chamada de bancadas, elas são plataformas que simulam processos industriais para que os estudantes possam aplicar a teoria e conhecer os dispositivos industriais. No entanto, as plantas didáticas disponíveis no mercado têm um custo elevado e seus componentes não são amplamente utilizados nas indústrias. Diante desse contexto, estabeleceu-se o objetivo de desenvolver um projeto de construção da bancada didática a ser implementada em um dos laboratórios do IFES Campus Serra, com o intuito de contribuir para aprendizagem dos alunos na área de controle e automação. Neste trabalho, serão apresentados os modelos 3D dos instrumentos de medição e da bancada didática. Os resultados finais deste projeto possibilitarão a construção imediata da planta, visando melhorar o processo de ensino em automação e controle.

Palavras-chave: Automação, Bancada Didática, Instrumentação, Malhas de Controle, Modelagem 3D

PROPOSTA DE BANCADA DIDÁTICA PARA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE NÍVEL E VAZÃO - MODELAGEM 3D

1 INTRODUÇÃO

Segundo informações divulgadas pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), o setor industrial se posiciona como a segunda maior atividade econômica do Brasil, representando 25,5% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2023. O setor que mais se destacou foi o da indústria de transformação, que converte matéria-prima bruta em produto final, representando 59,9% dessa participação (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2023). A fim de garantir uma produção de alta qualidade com mínimos custos e desperdícios, as indústrias têm adotado a instrumentação para monitorar e controlar as variáveis dos processos produtivos como, por exemplo, vazão, nível, pressão e entre outros.

No entanto, segundo o levantamento realizado pela CNI em 2019, aproximadamente 50% das indústrias extractivas e de transformação estabelecidas no Brasil afirmam ter problemas com a falta de mão de obra qualificada, apesar da elevada oferta de trabalhador. Elas afirmam que essa carência é o principal obstáculo para o aperfeiçoamento dos processos de produção e melhoria da qualidade dos produtos. Em suma, a escassez de profissionais capacitados é responsável pelo baixo desempenho produtivo e pela competitividade das empresas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2020).

Nesta cenário, as instituições de ensino têm buscado atender a demanda por meio da oferta dos cursos profissionalizantes, cuja metodologia de ensino adotada consiste em fornecer a base teórica associada à aprendizagem prática (FONSECA, 2012; RAMOS, 2013; SILVA et al., 2015). Para que os alunos tenham melhor fixação e compreensão do conhecimento adquirido, algumas instituições disponibilizam bancadas didáticas instaladas nos laboratórios. Também conhecidas como plantas didáticas, elas são plataformas tecnológicas capazes de simular os processos industriais com diferentes problemas de controle a serem resolvidos; além de proporcionar o contato do aluno com instrumentos encontrados nas indústrias, tais como sensores, atuadores e transmissores (FONSECA, 2012; RAMOS, 2013; SILVA et al., 2015).

Desse modo, as bancadas são ferramentas relevantes para o desenvolvimento profissional dos estudantes. Todavia, em função do alto custo das plantas no mercado, surgiram diversos trabalhos acadêmicos, como este artigo, com a finalidade de desenvolver uma bancada didática de baixo custo.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é elaborar uma proposta de construção de uma bancada didática com malhas de controle de vazão e de nível. Pretende-se, posteriormente, construir e instalar a bancada em um dos laboratórios do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) campus Serra, onde será utilizada para auxiliar no ensino das disciplinas de instrumentação e controle dos cursos oferecidos no campus na área de automação industrial. Desse forma, os alunos terão a oportunidade de conhecer e manipular diferentes instrumentos de medição, além de aplicar as técnicas de controle estudados na sala de aula.

Os objetivos específicos a seguir foram estabelecidos a fim de alcançar o resultado esperado:

- Desenvolver o diagrama de processo e instrumentação (PI&D);
- Desenvolver o diagrama de comando e potência (DCP)
- Modelagem 3D dos instrumentos de medição;
- Projeção da bancada didática em 3D;

Devido à extensão do trabalho, ele será dividido em dois artigos. No primeiro artigo, apresentou-se o diagrama de processo e instrumentação (P&ID), onde são mostradas as interligações entre tubulações, equipamentos e instrumentos industriais, e explicou-se o funcionamento das malhas de controle de nível e vazão da bancada didática. Além disso, elaborou-se o diagrama de comando e potência (DCP) de cada malha, demonstrando as conexões entre os componentes elétricos empregados.

Através desses diagramas, o estudante ou o profissional capacitado é capaz de compreender a dinâmica e o funcionamento da planta. Neste artigo específico serão tratados a modelagem 3D dos instrumentos de medição e da estrutura completa da bancada didática, com base nos resultados obtidos no primeiro artigo.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se um estudo sobre o funcionamento dos instrumentos de medição disponíveis no IFES *campus* Serra, seguido por uma leitura minuciosa dos manuais desses equipamentos para obter informações sobre dimensões, especificações técnicas e procedimentos de instalação. Com base nas dimensões fornecidas pelos manuais, foram dedicadas muitas horas ao processo de modelagem e montagem da bancada, incluindo reuniões regulares para acompanhar o progresso, correção de falhas e remodelação dos componentes conforme necessário.

3.1 Modelagem

A modelagem é o ato de representar um objeto físico em um modelo que seja capaz de demonstrar as características, o comportamento ou o funcionamento do mesmo (BAZZO; PEREIRA, 2006). A confecção de maquetes físicas dos prédios comerciais, a criação da planta baixa de uma casa e, também, o desenvolvimento do diagrama PI&D da bancada didática visto neste trabalho são exemplos de práticas de modelagem. É possível representar um sistema físico real em diferentes tipos de modelos entre os quais pode-se citar o modelo matemático, que visa representar fenômenos físicos em equações matemáticas como é o caso, por exemplo, de cálculo de vazão dos instrumentos industriais, e modelo icônico cujo objetivo é transformar o objeto em um desenho 2D ou 3D, respeitando sua forma e proporções (BAZZO; PEREIRA, 2006).

Dentre as vantagens da utilização dos modelos destaca-se a capacidade de facilitar a visualização do sistema, além de comunicar informações a respeito do formato e da natureza do mesmo. Em virtude disso, o engenheiro consegue prever possíveis falhas do projeto e efetuar melhorias até obter uma versão satisfatória antes da construção do sistema. Esse processo de modelagem permite uma significativa redução de custos financeiros e economia de tempo, além da preservação da integridade física dos trabalhadores, se comparado ao método de construção direto dos sistemas na base de tentativa e erro. Deve-se de lembrar que a maioria dos sistemas físicos reais são complexos, a exemplo de um avião, e, por causa disso, seria dispendioso, inclusive

perigoso, construí-los diversas vezes até encontrar um resultado satisfatório (BAZZO; PEREIRA, 2006; NOGUEIRA, 2020).

3.2 Modelagem 3D

A modelagem 3D consiste um trabalho de criação do desenho tridimensional com a finalidade de representar, de maneira mais fiel possível, um sistema ou objeto físico, com as formas e proporções preservadas (BAZZO; PEREIRA, 2006; SILVA; SANTANA; DIAS, 2021). Um desenho 3D permite uma visualização mais realística do objeto, o que favorece melhor compreensão do projeto e previne equívocos no momento da construção ou montagem do sistema (NOGUEIRA, 2020; PADILHA; FERRAR, 2023).

Os desenhos são feitos através de softwares CAD (*Computer Aided Design* ou, em português, Desenho Assistido por Computador) que oferecem diversas ferramentas e recursos que facilitam o trabalho dos desenhistas e projetistas, inclusive armazenamento em nuvem e colaboração em grupo. Há diferentes programas disponíveis no mercado como, por exemplo, Fusion 360, SolidWorks e Sketchup. Neste trabalho, optou-se utilizar o software Fusion360, da empresa Autodesk, por ser um software de fácil utilização, além de grande variedade de modelos de componentes prontos disponíveis na internet para baixar, tais como arruelas, porcas e perfil de alumínio.

O Fusion360 contém uma interface intuitiva que integra as principais ferramentas das tecnologias CAD, CAM, CAE e PCB. Logo, o usuário consegue trabalhar desde a concepção do sistema até a sua fabricação (AUTODESK, 2024b; MIKAIL, 2022). Na versão gratuita, para fins de uso pessoal, o programa contém ferramentas mais que suficientes para design e modelagem 3D e funcionalidades CAM e PCB limitadas. Na versão paga, além de todos os recursos citados acima, ele contém automação de desenho, colaboração em grupo, simulação e renderização na nuvem (AUTODESK, 2024a).

A seguir serão apresentados as fotografias e os modelos 3D dos instrumentos de medição utilizados na bancada, além de uma breve explicação do funcionamento.

Medidor Magnético

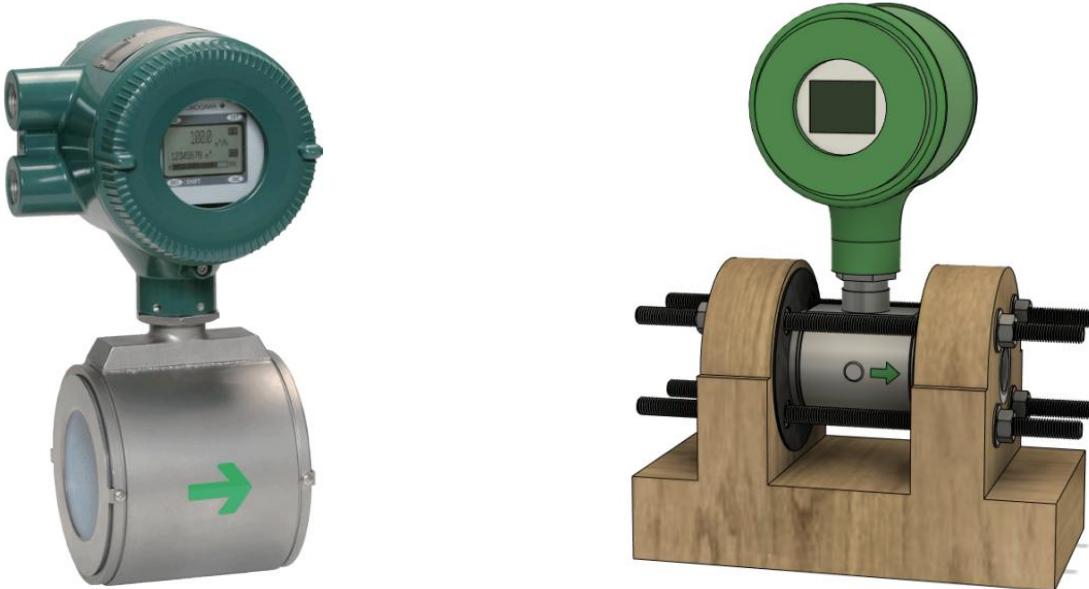
A começar pelo medidor magnético, ele é um instrumento de vazão que contém duas bobinas responsáveis em gerar campo magnético sobre toda a área transversal do tubo. Além disso, também dispõe de dois eletrodos, instalados em um ângulo reto na parede do tubo, encarregados em captar tensão induzida.

Esse medidor opera de acordo com a Lei de Indução de Faraday, a qual afirma que a variação do fluxo magnético em uma área delimitada induz uma força eletromotriz perpendicularmente à velocidade da carga elétrica. Na prática, isso implica que o escoamento do fluido provocará uma alteração do fluxo magnético e, como resultado, induzirá uma tensão elétrica que será detectada pelos eletrodos. Quanto maior a velocidade de escoamento do fluido, maior será a variação do fluxo magnético e a tensão induzida entre os eletrodos. Visto que a área transversal do tubo é conhecida, é possível calcular a vazão volumétrica do fluido (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007)

As vantagens dos medidores eletromagnéticos consistem em sua capacidade de medir vazão dos fluidos limpos, sujos, corrosivos, erosivos ou viscosos sem provocar perda de pressão do fluido. Porém, eles também carregam como desvantagens a necessidade de os líquidos terem uma condutividade elétrica mínima requisitada pelo instrumento, além de consumirem muita energia elétrica (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007; CORDEIRO, 2022).

O medidor magnético empregado na bancada é o modelo AXR025G, da marca Yokogawa, cuja fotografia é vista na Figura 1(a), enquanto o modelo 3D é mostrado na Figura 1(b).

Figura 1 - Medidor Magnético; (a) Fotografia, (b) Modelo 3D



Fonte:(a) Yokogawa (2010a), (b) Autoria Própria (2023)

Medidor de Vazão Térmico

O segundo dispositivo utilizado é o medidor de vazão térmico, o qual calcula a vazão mássica através da transferência de calor (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007; MAGNETROL, 2015). Eles são utilizados principalmente para a medição do fluxo de gases, mas também existem instrumentos projetados para líquidos, inclusive viscosos. (DELMÉE et al., 2006; RIBEIRO, 2004).

Dentro da sonda do medidor, há dois elementos espaçados com formato parecido a pequenos tubos, sendo que cada um deles contém um sensor de temperatura. O princípio de funcionamento desse medidor consiste basicamente em manter uma diferença de temperatura constante entre os dois elementos (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007; DELMÉE et al., 2006; MAGNETROL, 2015).

O primeiro elemento é responsável por medir a temperatura do fluido, enquanto o segundo é aquecido por meio da corrente elétrica fornecida pela eletrônica do medidor. Durante o escoamento, o segundo elemento perde calor para o fluido. À medida que a velocidade do escoamento do fluido aumenta, o resfriamento do elemento também aumenta, o que exige que a eletrônica aumente a potência elétrica para manter a diferença de temperatura constante entre dois elementos. Assim, o cálculo da vazão mássica é realizado com base na intensidade da corrente elétrica (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007; DELMÉE et al., 2006b; MAGNETROL, 2015).

Entre as vantagens proporcionadas pelo medidor, destacam-se a capacidade de medir com precisão fluidos em baixas velocidades, a fácil instalação e manutenção, e a boa resistência a vibrações, devido à ausência de partes móveis. Todavia, o instrumento é limitado a operar com fluidos limpos e não abrasivos (CORDEIRO, 2020; ECR EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE, 2024).

Nesse projeto, utilizou-se o Transmissor de Fluxo de Massa de Dispersão Térmica, modelo TA2-A1B0-B30, da fabricante Magnetrol. A fotografia e o modelo 3D do instrumento podem ser vistos na Figura 2.

Figura 2 - Sensor Termal; (a) Fotografia, (b) Modelo 3D



Fonte: Autoria Própria (2023)

Medidor de Vórtices

O medidor de vórtices é o último instrumento de medição de vazão usado neste trabalho. Os vórtices são turbulências que são formadas alternadamente quando o fluxo de fluido encontra um corpo imerso com formato não aerodinâmico. Para melhor compreensão, vórtices podem ser comparados a pequenos redemoinhos que surgem de forma alternada em cada lado de um objeto imerso em um escoamento de água ,por exemplo. Os medidores de vórtices contém um anteparo que é imerso no fluxo de fluido e um sensor capaz de detectar os vórtices formados. Visto que a frequência de vórtices é proporcional a velocidade do fluido e o diâmetro da tubulação é conhecido, torna-se possível calcular a vazão (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007; DELMÉE et al., 2006).

As vantagens da aplicação dos medidores de vórtices são a capacidade de medir líquidos e gases com alta precisão, baixa exigência de manutenção, longa vida útil e provocam pouca perda de carga. Entretanto, podem apresentar desempenho reduzido em processos com vibrações ou fluidos com baixo número de Reynolds (SILVER AUTOMATION INSTRUMENTS, 2023).

A Figura 3 exibe a fotografia e o modelo 3D do medidor de fluxo tipo vórtice, modelo DY025, da fabricante Yokogawa, o qual foi empregado nesse projeto.

Figura 3 - Medidor Vortex; (a) Fotografia, (b) Modelo 3D



Fonte: (a) Autoria Própria (2023), (b) Yokogawa modificado (2023b)

Sensor de Nível

O transmissor de nível magnetostritivo de dois fios, modelo NTA-607-4, da fabricante Nivotrack, é o último medidor utilizado neste trabalho. O termo magnetostrição refere-se à propriedade física de alguns materiais ferromagnéticos apresentarem torção mecânica quando submetidos a um campo magnético. Sua função é mensurar o nível, ou seja, a altura da água em um dos tanques da bancada didática. O corpo do instrumento possui um flutuador com formato cilíndrico, que se movimenta ao longo de uma haste, conforme a variação de altura do líquido (NIVETEC, 2018; WEG, 2024).

A medição é realizada através dos pulsos elétricos emitidos pela eletrônica do transmissor, que geram um campo magnético circular ao passar por um condutor dentro da haste. O flutuador contém um disco magnético que também gera um campo magnético perpendicularmente à haste. A interação entre esses dois campos magnéticos provoca uma torção mecânica no condutor, detectada pelo transmissor. Com base no tempo decorrido entre o pulso elétrico inicial e a detecção da torção, é possível determinar a posição do flutuador e, consequentemente, o nível do fluido (NIVETEC, 2018; WEG, 2024).

A principal vantagem desse instrumento é que a medição não é influenciada pela variação de temperatura e pressão do processo (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007). A fotografia e o modelo 3D do instrumento é mostrada na Figura 4.

Figura 4 - Transmissor de Nível; (a) Fotografia, (b) Modelo 3D



Fonte: (a) Nivetec (c2022), (b) Autoria Própria (2023)

3.3 Modelo 3D da Bancada

Durante a fase de planejamento, decidiu-se que a bancada deverá ser de fácil mobilidade, possibilitando sua movimentação entre diferentes laboratórios do IFES campus Serra sem maiores dificuldades. Para atender a esse requisito, a largura da estrutura da bancada será menor que a das portas do laboratórios, permitindo sua passagem, e estará com rodízios. Além disso, a fim de facilitar a manutenção hidráulica,

optou-se utilizar neste projeto os tubos de PVC roscável, devido à sua facilidade de desmontagem.

É relevante destacar que as válvulas de bloqueio situadas nos lados montante e juntante dos medidores de vazão foram posicionados de forma que possam ser substituídas por válvulas de controle, conforme as recomendações dos manuais desses dispositivos, com exceção da válvula localizada no lado montante do medidor de vazão térmico. Essa última não foi possível devido à melhor configuração do sistema hidráulico. Essa disposição das válvulas foi pensada para facilitar aqueles que, futuramente, desejarem aprimorar a bancada didática e automatizar o controle das válvulas.

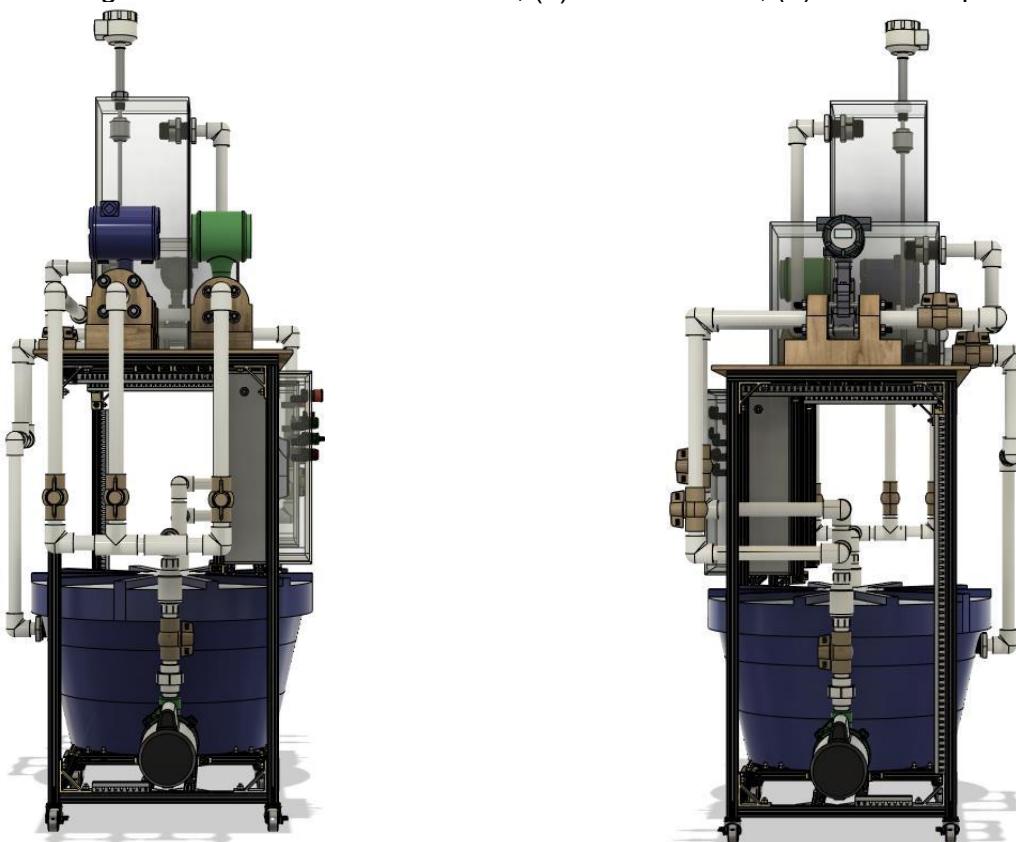
As figuras a seguir mostram diversas vista do modelo 3D da estrutura da bancada com componentes instalados. Na Figura 5 é mostrada a visão frontal, na Figura 6(a) é mostrada a vista lateral esquerda, Figura 6(b) a vista lateral direita. A Figura 7 exibe a vista posterior, enquanto a Figura 8 mostra a vista superior. Por fim, a Figura 9 apresenta a planta em duas perspectivas diferentes.

Figura 5 - Modelo 3D da Bancada (Visão Frontal)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 6 - Modelo 3D da Bancada; (a) Lateral Direita, (b) Lateral Esquerda



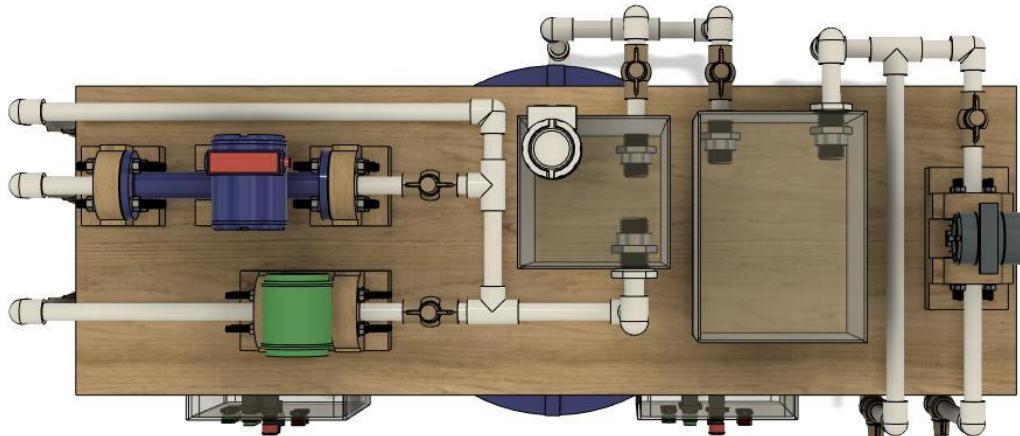
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 7 - Modelo 3D da Bancada (Visão Posterior)



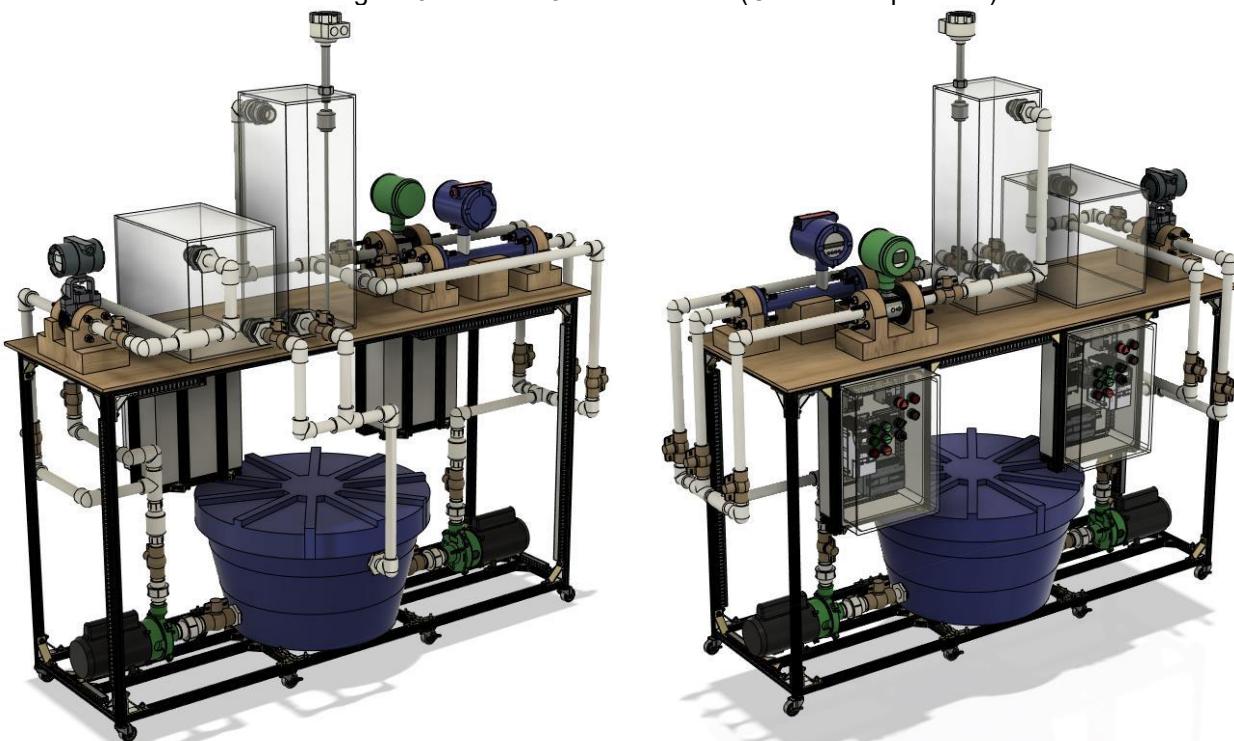
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 8 - Modelo 3D da Bancada (Visão Superior)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 9 - Modelo 3D da Bancada (Outras Perspectivas)



Fonte: Autoria Própria (2023)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria brasileira desempenha um papel de grande relevância na economia do país. Entretanto, a escassez de profissionais qualificados, apesar da disponibilidade de mão de obra, representa um grande desafio para as empresas que buscam aprimorar seus processos produtivos e aumentar sua competitividade, tanto no mercado interno quanto externo. Para atender essa demanda, as instituições de ensino têm investido na infraestrutura dos laboratórios, com o objetivo de melhorar o aprendizado dos alunos e prepará-los para o mercado de trabalho ao final da sua formação.

Nesse contexto, a bancada didática é uma ferramenta essencial para formação profissional, na qual os estudantes têm a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos e familiarizar-se com os equipamentos empregados nas indústrias. Essa experiência

contribui para uma maior fixação dos conteúdos abordados em sala de aula, além de aproximar o aluno do ambiente industrial.

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um projeto da bancada didática, cujos componentes são semelhantes aos da indústria, com o aproveitamento dos instrumentos de medição disponíveis no IFES campus Serra. As primeiras fases do projeto consistiram no desenvolvimento dos diagrama P&ID e DCP. A fase final compreendeu a modelagem 3D da bancada e de todos os seus componentes, os quais apresentaram resultados bastante satisfatórios. Concluir-se que todos os objetivos foram alcançados e que, a partir desse projeto, é possível iniciar a montagem da bancada didática, a qual será utilizada para fortalecer o processo de aprendizagem dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFES pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Autodesk Fusion 360 for personal use.** Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/personal>>. Acesso em: 29 fev. 2024a.

AUTODESK. **Autodesk Fusion: Mais do que CAD, é o futuro do projeto e da manufatura.** Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=FSN>>. Acesso em: 29 fev. 2024b.

BALBINOT, Alexandre; BRUSAMARELLO, Valner João. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. v. 2.

BAZZO, Walter António; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. . Acesso em: 7 jan. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Perfil da Indústria Brasileira.** Disponível em: <<https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/grafico/total/producao/#/industria-total>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Sondagem Especial. **Falta de Trabalhador Qualificado,** n. 76, 2020. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-76-falta-de-trabalhador-qualificado/>>. Acesso em: 25 out. 2021.

CORDEIRO, Maurício. **Medidor de vazão de massa térmica em gás. Dicas de Instrumentação.** [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.dicasdeinstrumentacao.com/medidor-de-vazao-de-massa-termica-em-gas/>>. Acesso em: 15 jun. 2024a. , 9 dez. 2020

CORDEIRO, Maurício. **Medidor de Vazão Magnético (Parte 1)**. Comercial. Disponível em: <<https://www.dicasdeinstrumentacao.com/medidor-de-vazao-magnetico/>>. Acesso em: 18 set. 2022.

DELMÉE, Gerard Jean et al. **Instrumentação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2006.

ECR EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE. **Medidor de vazão de massa térmica**. Comercial. Disponível em: <<https://ecr-sc.com.br/blog/produto/medidor-de-vazao-de-massa-termica/#:~:text=O%20medidor%20de%20fluxo%20de,alta%20confiabilidade%20e%20alta%20precisão.>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FONSECA, Daniel Guerra Vale da. **Modelagem e Controle Adaptativo de uma Planta Didática de Nível com Instrumentação Industrial**. 2012. 81 f. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012. . Acesso em: 9 jul. 2021.

MAGNETROL. **Manual de Instalação e Operação - Transmissor de Fluxo de Massa de Dispersão Térmica**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.alutal.com.br/wp-content/uploads/2023/06/bz54631_thermatel_ta2_146.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023. , 2015

MIKAIL, Eduardo. **O que é a ferramenta Fusion 360 e para o que ela serve? Engenharia 360**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://engenharia360.com/sugestoes-de-areas-para-trabalhar-com-modelagem-3d/>>. Acesso em: 29 fev. 2024. , 22 fev. 2022

NIVETEC. **User's and Programming manual - two-wire magnetostrictive level transmitters**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.nivetec.com.br/arquivos/Manual_Nivelco_Nivotrack_M_500-600_us_Nivetec.pdf>. Acesso em: 3 maio 2023. , 2018

NOGUEIRA, Rafael de Castro. **Método padronizado para criação de modelos CAD 3D**. 2020. 43 f. Monografia – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/4660>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

PADILHA, Rafael Rambaldi Borges; FERRAR, Jéferson Luiz. **APLICAÇÃO DO SKETCHUP NA MODELAGEM 3D DO SETOR DE AQUICULTURA DO IFES - CAMPUS DE ALEGRE: UMA ABORDAGEM COMPUTACIONAL**. 2023. Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4005>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

RAMOS, Mário Bertt de Arruda. **Proposta de Planta Didática Multiprocesso e Multitarefa**. 2013. 82 f. TCC – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. . Acesso em: 21 jun. 2021.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Medição de Vazão: Fundamentos e Aplicações**. 6. ed. Salvador: Tek Treinamento e Consultoria Ltda., 2004.

SILVA, Aldemir Maia da et al. Bancada Didática Baseada em CLP Compactlogix da Rockwell para uso nas Disciplinas de Automação e Instrumentação Industrial. **Tecnologia e Informação**, Natal, v. 2, p. 28–43, ago. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/issue/view/68>>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SILVA, Danilo Gelloni da; SANTANA, José Henrique Varjão; DIAS, Gustavo Coser Monteiro. MODELAGEM 3D: PROTÓTIPO DE UMA CALDEIRA PARA APLICAÇÃO EM LABORATÓRIO DE ENSINO. **SITEFA**, v. 4, n. 1, p. 198–208, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33635/sitefa.v4i1.182>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

SILVER AUTOMATION INSTRUMENTS. Vantagens e desvantagens do medidor de vazão de vórtice. Silver Automation Instruments. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://pt.silverinstruments.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-vortex-flowmeter.html>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

WEG. Transmissor de nível magnetorrestritivo. Disponível em: <https://www.wika.com.br/blm_pt_br.WIKA>. Acesso em: 8 maio 2024.

YOKOGAWA. ADMAG AXR Two-wire Magnetic Flow Meter. Comercial. Disponível em: <<https://www.yokogawa.com/br/solutions/discontinued/admag-axr/#Details>>. Acesso em: 7 jun. 2024a.

YOKOGAWA. digitalYEWFLO Vortex Flowmeter. Comercial. Disponível em: <https://www.yokogawa.com/br/solutions/discontinued/digitalyewflo-dy/#Details__Product-Introduction__Multi-Variable-Type>. Acesso em: 7 jun. 2024b.

PROPOSAL FOR A DIDACTIC BENCH FOR LEVEL AND FLOW INSTRUMENTATION AND CONTROL - 3D MODELING

Abstract: According to a survey conducted by the National Confederation of Industry (CNI), industrial activities occupy the second largest share of Brazil's Gross Domestic Product (GDP). However, the organization also identified a demand for qualified labor, despite the high number of available workers in the market. In light of this scenario, educational institutions have been striving to meet this demand through vocational courses with a practical learning approach in laboratories, where didactic plants are installed. Also known as workbenches, they are platforms that simulate industrial processes so that students can apply theory and familiarize themselves with industrial devices. However, the didactic plants available in the market come at a high cost and their components are not widely used in industries. Given this context, the objective was set to develop a project to construct a didactic bench to be implemented in one of the laboratories at IFES Campus Serra, aiming to contribute to the students' learning in the field of control and automation. In this work, 3D models of measurement instruments and the didactic bench are presented. The final results of this project will enable the immediate construction of the plant, aiming to improve the teaching process in automation and control.

Keywords: Automation, Control Loops, Didactic Bench, Instrumentation, 3D Modeling

