Revista Educação, Direito e Sociedade

ISSN 3086-2531

BANCADA DE ENSINO DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

TEACHING WORKBENCH PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

BANCO DE ENSEÑANZA PARA CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Jean Carlos da Luz Pereira [1]
Charlene Bitencourt Soster Luz [2]
Paulo Fossatti [3]

RESUMO
Os recursos pedagógicos inovadores, quando alinhados às diretrizes do Plano Nacional de Educação (PNE) e às Normas Regulamentadoras (NRs), constituem contribuem para a excelência da formação profissional, integrando a teoria à prática de forma segura e contemporânea. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo implementar uma bancada didática conectada para o ensino de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). A metodologia utilizada caracteriza-se como qualitativa com estudo experimental para a implementação da bancada de ensino, simulando um ambiente prático com segurança. Como resultados: 1) a bancada conectada demonstra como a tecnologia pode ampliar o acesso à educação técnica e profissionalizante, em consonância com a Meta 11 do PNE; 2) obteve-se uma bancada didática totalmente funcional e acessível remotamente, que demonstra na prática como a tecnologia pode ampliar o acesso à educação técnica e profissionalizante, em acordo com a Meta 11 do PNE; e 3) a solução demonstra aos estudantes os princípios de operação e programação de CLPs, alinhando a formação acadêmica aos padrões e práticas exigidos pela indústria. Conclui-se que a bancada de ensino surge como uma solução inovadora que potencializa a aprendizagem, permitindo que os estudantes desenvolvam competências práticas essenciais de forma remota e interativa.
PALAVRAS-CHAVE: educação tecnológica; inovação tecnológica; plano nacional de educação; normas regulamentadoras.

ABSTRACT
Innovative pedagogical resources, when aligned with the guidelines of the National Education Plan (Plano Nacional de Educação - PNE) and Regulatory Standards (Normas Regulamentadoras - NRs), contribute to the excellence of professional training by integrating theory with practice in a safe and contemporary manner. In this context, this article aims to implement a connected didactic bench for teaching Programmable Logic Controllers (PLCs). The methodology is characterized as qualitative with an experimental study for the implementation of the connected bench, which simulates a safe, practical environment. The results were as follows: 1) the connected bench demonstrates how technology can expand access to technical and vocational education, in line with Goal 11 of the PNE; 2) a fully functional, remotely accessible didactic bench was obtained, which demonstrates in practice how technology can expand access to technical and vocational education; and 3) the solution introduces students to the operating and programming principles of PLCs, aligning academic training with the standards and practices required by industry. It is concluded that the bench emerges as an innovative solution that enhances learning, allowing students to develop essential practical skills in a remote and interactive way.
KEYWORDS: technological education; technological innovation; national education plan; regulatory standards.

[1] Mestrando em Engenharia Elétrica, UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil E-mail: Jean.Luz@outlook.com.
[2] Doutora em Educação. Pós-doutoranda (Bolsista CNPQ) na Universidade La Salle, Canoas, RS, Brasil. E-mail: charlenebs@gmail.com
[3] Doutor em Educação. Conselheiro Nacional de Educação, Professor no Programa de Pós-graduação em Educação na Universidade La Salle, Canoas, RS, Brasil. E-mail: paulo.fossatti@unilasalle.edu.br.

ISSN 3086-2531

RESUMEN
Los recursos pedagógicos innovadores, cuando están alineados con las directrices del Plan Nacional de Educación (PNE) y las Normas Reglamentarias (NR), contribuyen a la excelencia de la formación profesional, integrando la teoría con la práctica de manera segura y contemporánea. En este contexto, este artículo tiene como objetivo implementar una mesa didáctica conectada para la enseñanza de Controladores Lógicos Programables (PLC). La metodología utilizada se caracteriza por ser cualitativa con un estudio experimental para la implementación de la mesa de enseñanza, simulando un entorno práctico con seguridad. Como resultados: 1) la mesa conectada demuestra cómo la tecnología puede ampliar el acceso a la educación técnica y profesional, en consonancia con la Meta 11 del PNE; 2) se obtuvo una mesa didáctica completamente funcional y accesible de manera remota, que demuestra en la práctica cómo la tecnología puede ampliar el acceso a la educación técnica y profesional, de acuerdo con la Meta 11 del PNE; y 3) la solución muestra a los estudiantes los principios de operación y programación de PLC, alineando la formación académica con los estándares y prácticas requeridos por la industria. Se concluye que la mesa de enseñanza surge como una solución innovadora que potencia el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes desarrollar competencias prácticas esenciales de forma remota e interactiva
PALABRAS CLAVE: Educación tecnológica;. Innovación tecnológica;. Plan Nacional de Educación; Normas Reglamentarias.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A educação tecnológica no Brasil enfrenta o desafio contínuo de alinhar suas práticas pedagógicas com as constantes mudanças do setor produtivo e às diretrizes estabelecidas pelas políticas públicas, como o Plano Nacional de Educação (PNE). Nesse sentido, o desenvolvimento de recursos didáticos inovadores assume caráter estratégico para qualificação de estudantes que serão futuros profissionais. A evolução tecnológica na indústria, marcada pela ascensão da Indústria 4.0 e da Internet das Coisas (IoT), exige que os ambientes de aprendizagem ultrapassem os modelos tradicionais. É importante que esses espaços repliquem, com a maior fidelidade possível e segurança, os contextos encontrados no ambiente industrial.

Observando esta oportunidade de alinhar a teoria e a prática, que se insere a proposta de implementação de uma bancada de ensino que consiste em dispositivos físicos e virtuais que trabalham juntos, tornando possível simular problemas reais vividos na indústria com segurança. Assim, é possível ter um recurso metodológico que prepare os estudantes para operar tecnologias e solucionar problemas inerentes à automação industrial. Dentre os dispositivos físicos, destaca-se o Controlador Lógico Programável (CLP), comumente utilizado no controle de equipamentos, processos industriais e dispositivos de segurança.

Diante disso, apresenta-se a seguinte problemática de pesquisa: como implementar uma bancada de ensino conectada para o ensino de Controladores Lógicos Programáveis? Com a tentativa de responder este problema, foi estabelecido o objetivo de implementar uma bancada de ensino conectada para o ensino de Controladores Lógicos Programáveis. Destaca-se que a

bancada é um equipamento desenvolvido para permitir a programação e o teste de sistemas de automação de forma remota.

A metodologia utilizada caracteriza-se como qualitativa com estudo experimental. A pesquisa qualitativa constitui o enfoque metodológico desta investigação, uma vez que sua natureza aberta que admite diversas respostas, favorecendo a riqueza de dados. Tal característica, como observa Gil (2018), é particularmente adequada para estudos que buscam compreender a complexidade de fenômenos em seu contexto real, a exemplo da implementação de uma bancada didática conectada e sua consonância com diretrizes legais como a Meta 11 do Plano Nacional de Educação (PNE). Para analisar o conteúdo gerado a partir desta abordagem, foi adotada a Técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), para a exploração sistemática e detalhada das percepções coletadas. Salienta-se que a implementação da bancada conectada consistiu nas seguintes fases: projeto mecânico em CAD (*Computer Aided Design*), instalação física dos dispositivos, conexão elétrica e lógica entre os componentes e por fim, a programação de um cenário de demonstração.

Esta pesquisa está organizada, além desta introdução, da seguinte forma: o referencial teórico, que demonstra a aderência da bancada conectada ao Plano Nacional de Educação (PNE); o projeto da bancada de ensino, detalhando sua concepção e componentes; a seção de integração com as Normas Regulamentadoras (NRs), que analisa a conformidade da solução com os padrões de segurança; e, por fim, a conclusão, que sintetiza os achados e propõe direcionamentos para pesquisas futuras, seguida das referências bibliográficas utilizadas.

ADERÊNCIA AO PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

O Plano Nacional de Educação, instituído pela Lei nº 13.005/2014, estabelece diretrizes, metas e estratégias para a política educacional brasileira entre 2014 e 2024. Dentre suas 20 metas, o projeto busca dialogar com a Meta 11, particularmente no quesito qualidade, conforme espera-se “triplicar as matrículas da educação profissional técnica de nível médio, assegurando a qualidade da oferta e pelo menos cinquenta por cento da expansão no segmento público” (Brasil, 2014).

Nessa perspectiva, é necessário o entendimento que a Meta 11 do PNE (Brasil, 2014) é uma diretriz que trabalha a promoção tecnológica do país. O ensino nas áreas de tecnologia,

ISSN 3086-2531

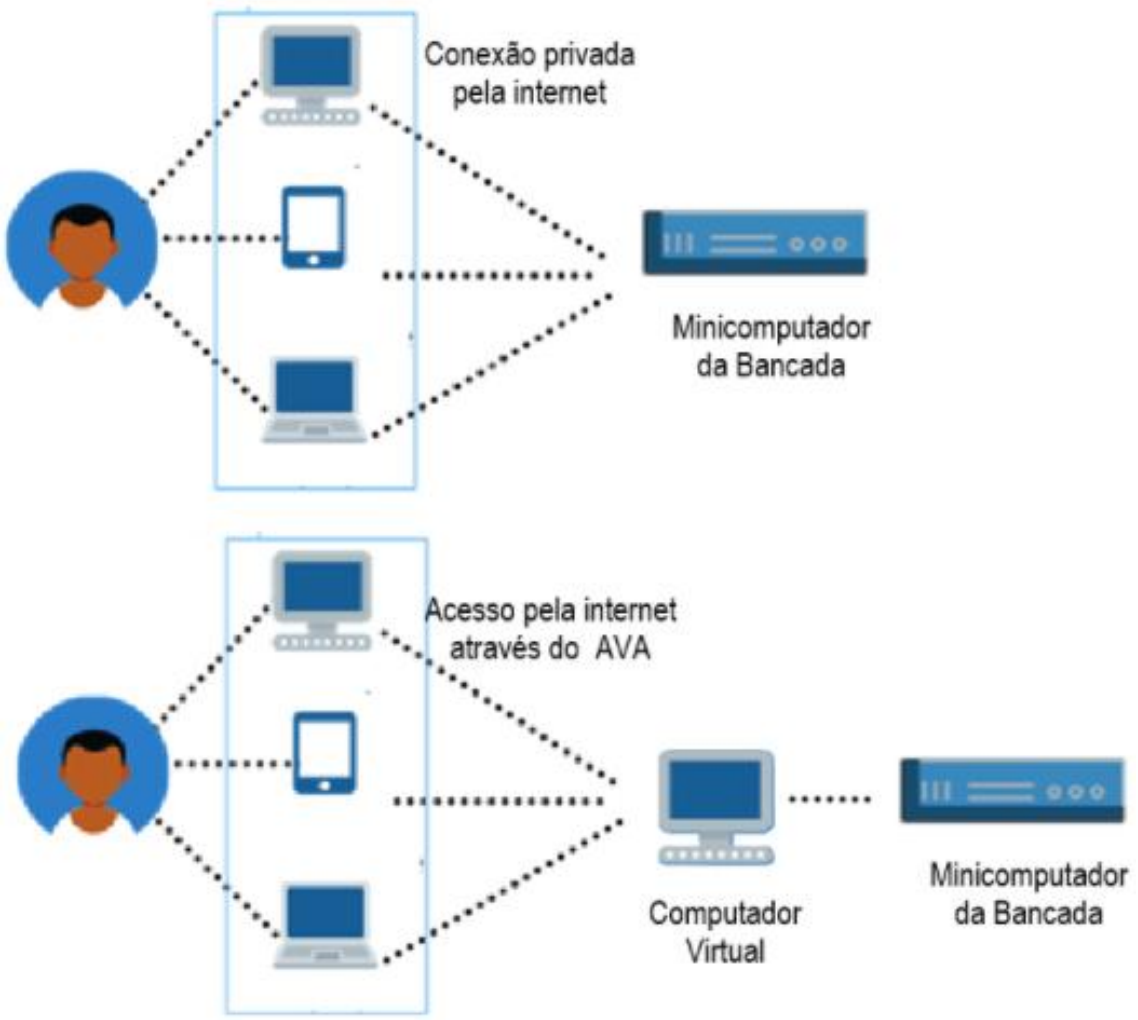
dentro da educação de nível profissional, técnico e médio atua como um motor de integração do trabalho e inovação, preparando o estudante para atuação profissional. A Estratégia 11.3 do PNE propõe “fomentar a expansão da oferta de educação profissional técnica de nível médio na modalidade de educação a distância, com a finalidade de ampliar a oferta e democratizar o acesso” (Brasil, 2014). A bancada, ao ser equipada com um minicomputador, permite que a bancada seja conectada em rede para a programação remota. Destaca-se que a presença deste minicomputador permite que a bancada seja um dispositivo que possa ser conectado em rede com os demais computadores. Assim, conforme ilustra a figura a seguir, pode-se disponibilizar ao aluno uma conexão de rede privada pela internet, ou computadores virtuais acessíveis pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), criando laboratórios com recursos computacionais para programação e simulação com a bancada para testes reais. Desta forma, permite que os estudantes realizem atividades práticas de programação de CLPs de qualquer lugar, viabilizando e melhorando cursos técnicos na modalidade à distância ou híbrida.

Uma vez que o CLP é também um dispositivo que se conecta em rede, o minicomputador na bancada pode fornecer conexão *Wifi* para os alunos se conectarem em sala de aula, permitindo enviar o programa ao CLP após fazerem a programação no *software* instalados em seus computadores. Adicionalmente, também é possível conexão remota para atender alunos em diferentes localidades, assim os estudantes EAD podem acessar a bancada de ensino, ou seja, esse recurso pode ser utilizado tanto na modalidade presencial quanto na modalidade do ensino à distância.

Indiferente da modalidade de ensino, através dos recursos que a bancada oferece, o professor pode fazer a preparação de cenários encontrados na vida real, onde os alunos são desafiados a resolver os problemas através da programação do CLP e assim, aprender de forma prática. Conforme ilustra a figura 1, os alunos podem conectar-se à bancada através de uma conexão privada pela internet. Também existe a possibilidade de conectar remotamente utilizando o AVA, onde os alunos acessam computadores virtuais que contém o software para programação do CLP. O fato da bancada ter conectividade em rede, facilita o acesso e permite outras formas de conexão além das citadas neste artigo, porém pode depender de infraestrutura.

ISSN 3086-2531

FIGURA 1- Conexão remota com a bancada



Fonte: Adaptado de Casserly (2025).

Conforme preconizado por Moran (2018) sobre a flexibilização dos espaços educacionais, a bancada permite que os estudantes realizem atividades práticas de programação de CLPs de qualquer localidade, tornando-se uma ferramenta contribuindo para a qualidade de cursos técnicos e profissionalizantes tanto nas modalidades de Educação a Distância (EaD), quanto híbrida e presencial. A bancada conectada se alinha diretamente à Meta 11 do Plano Nacional de Educação (Brasil, 2014), que visa expandir e assegurar a qualidade da educação profissional e tecnológica. Ao permitir que estudantes realizem atividades práticas de programação de CLPs de qualquer localidade, a solução materializa o conceito de ubiquidade educacional, discutido por Santaella (2017) em contextos de aprendizagem em rede. Essa

ISSN 3086-2531

flexibilização do espaço de aprendizagem, potencializada pela tecnologia móvel e ubíqua (KENSKI, 2020), torna a bancada uma ferramenta estratégica para a oferta qualificada de cursos técnicos e profissionalizantes, contribuindo para a democratização do acesso à formação prática nas modalidades de Educação a Distância (EaD), híbrida e presencial.

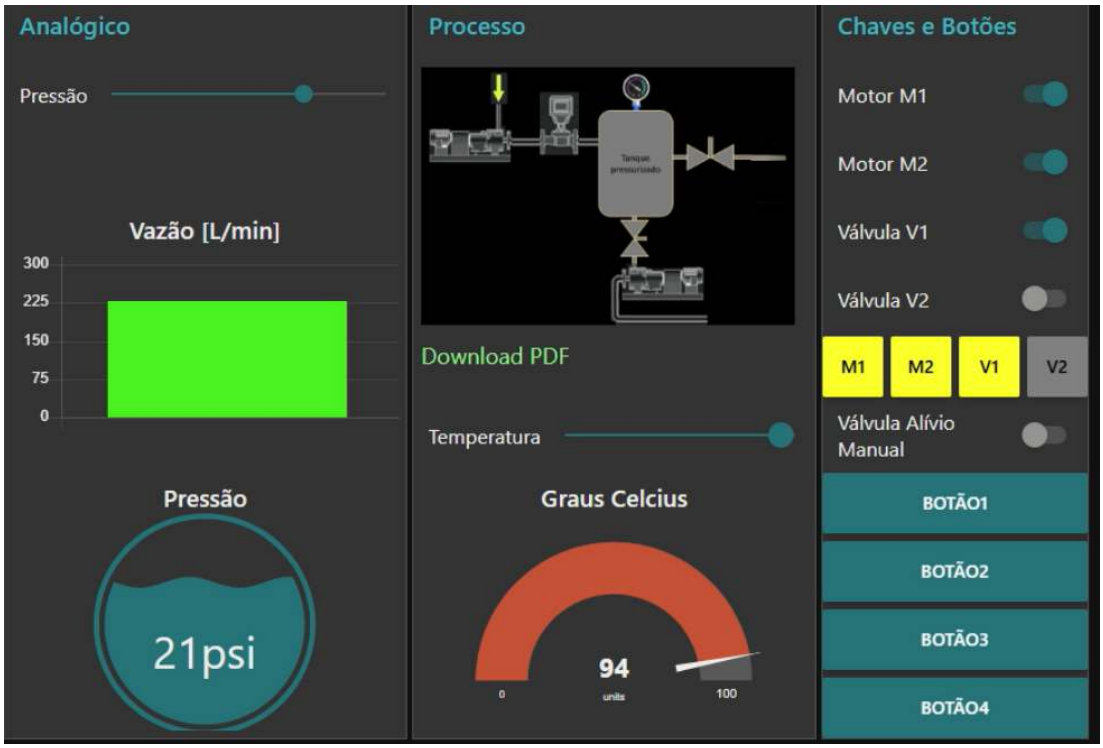
PROJETO DA BANCADA DE ENSINO

A bancada é constituída pelo CLP, principal objeto de ensino de programação, uma interface homem-máquina (IHM) também disponível para programação, fontes de alimentação e um minicomputador da Raspberry Pi. A vantagem da utilização do minicomputador é a possibilidade de criar cenários e dispositivos virtuais, como botões, sensores de fim de curso e sensores de pressão e temperatura, com o objetivo de preparar o aluno para o que será encontrado na indústria.

Ilustrado na figura a seguir, apresenta-se a simulação de uma caldeira em que o aluno tem a tarefa de fazer o controle de temperatura. O ensino realizado desta maneira contextualiza o problema e traz um sentido prático, estimulando o aprendizado com a ação. Para Silva, Luz e Fossatti (2022, p. 02) "Os educandos devem ser ativos em seu processo de ensino-aprendizagem para que construam seu conhecimento com base na experiência". Assim, o estudante precisa experienciarm ou seja, viver o que está aprendendo de forma ativa. Nesse aspecto, Silva, Luz e Fossatti (2002, p.02) destacam que "as metodologias tradicionais de ensino, unidirecionais, em que o docente era detentor do saber e o discente era mero ouvinte, não cabe mais para as necessidades do século XXI". Nesse contexto, enquanto o ensino tradicional de programação trabalha com *softwares* limitados onde o aluno precisa imaginar o sentido real do que é uma variável analógica por exemplo, neste contexto ilustrado na figura, ele visualiza no painel e interage com a temperatura que deixa isso mais intuitivo fácil de aprender.

ISSN 3086-2531

FIGURA 2 – Simulação de ambiente industrial



Fonte: Autores

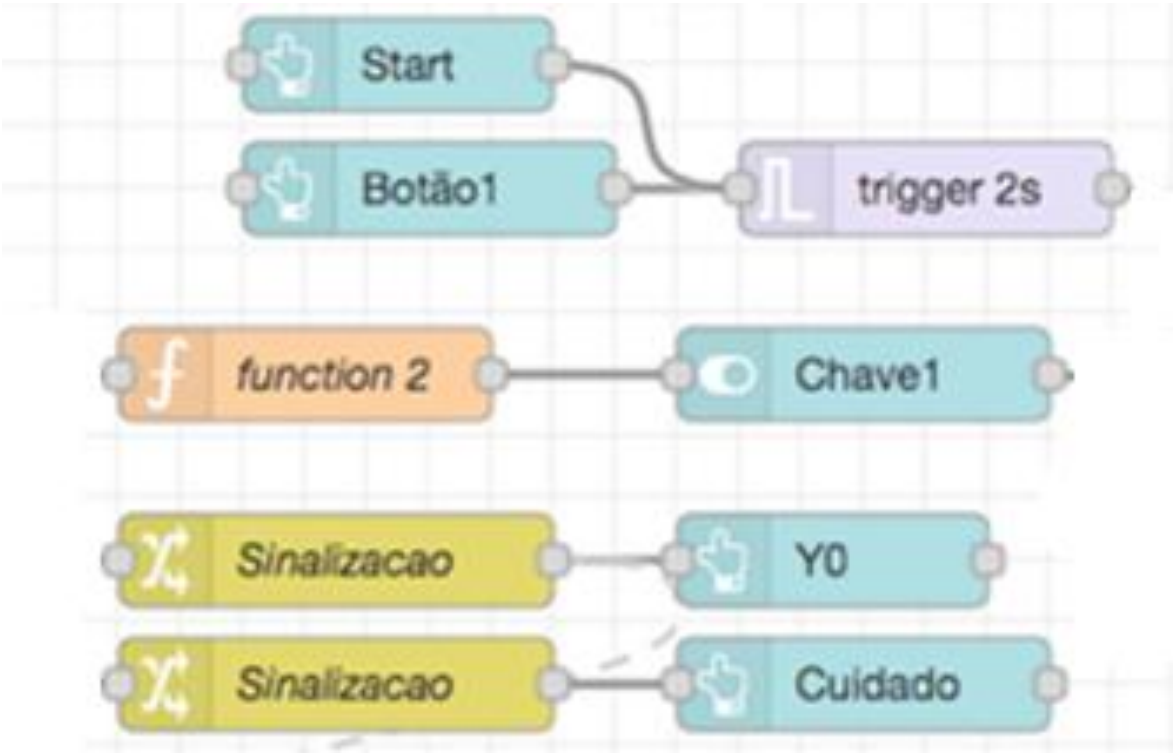
Salienta-se que Selwyn *et al.* (2023) defende o uso de ambientes simulados e sistemas automatizados como potencializador do desenvolvimento de competências alinhadas às demandas da cultura digital e das lógicas computacionais presentes nos contextos produtivos atuais. Nesse cenário Valente (2022), destaca que ferramentas de modelagem, simulação e programação ampliam as possibilidades de aprendizagem ativa e proporcionam ao estudante maior autonomia, experimentação e compreensão de processos complexos. Assim, o uso do minicompuador Raspberry Pi integrado ao CLP e à IHM na bancada, contribuem para uma abordagem pedagógica coerente com as demandas da Indústria 4.0 e com metodologias de aprendizagem baseadas em problemas e projetos.

A programação das simulações é realizada de forma simplificada através do sistema *low code* da plataforma NodeRed. Este tipo de sistema permite ser programado de forma simples, através de uma linguagem de programação baseada em blocos, como verifica-se na figura a seguir (OpenJS, 2025). Conforme verifica-se na figura, a programação através de interligar blocos de funções apenas arrastando objetos, realiza todo o trabalho da construção da simulação

ISSN 3086-2531

apresentada anteriormente, o sistema permite inserir componentes onde o aluno pode interagir e por ser embarcado no minicomputador da bancada com conectividade de rede, permite que o professor realize o preparo das simulações de forma remota.

FIGURA 3 - Programação através de blocos



Fonte: Autores

Assim, através de uma interface de programação amigável, o professor pode adaptar a bancada conforme o conteúdo a ser trabalhado durante a preparação das aulas. Salienta-se o papel docente, promovendo o protagonismo ao estudante corroborando com Silva, Luz e Fossatti (2022, p. 02) que evidenciam a existência de um "novo paradigma na educação que descarta a concepção de que o docente é ativo e discente passivo e passa a considerar um cenário em que o estudante está no centro e o educador passa a ser um guia no processo de ensino-aprendizagem".

Pode-se destacar outra vantagem da bancada de ensino que é a possibilidade de conexão sem fio, então para o trabalho em sala de aula, os alunos podem conectar-se através de computador ou dispositivos móveis para programar o CLP e testar a lógica com os cenários

ISSN 3086-2531

propostos pelo professor. O projeto foi desenvolvido com foco em oferecer conectividade, para isso foi dimensionado com dispositivos de conectividade cabeada e sem fio, para oferecer flexibilidade. Observou-se também alguns itens de segurança e possui alguns espaços para expandir as funcionalidades. Conforme verifica-se na figura 4, a bancada é composta por:

1) *switch* Ethernet que conecta o minicomputador, CLP e IHM em rede, permitindo também conectividade com outros dispositivos conectados por cabo;

2) Controlador Lógico Programável (CLP), objeto de ensino de programação, este componente é o "cérebro" que deve controlar a simulação que o professor prepara;

3) minicomputador Rapberry Pi, que permite a criação das simulações, comunica-se com o CLP e permite a conectividade de dispositivos sem fio na rede da bancada;

4) IHM para interface com o usuário, comummente utilizada em painéis industriais e quase sempre aparece junto com o CLP nos ambientes industriais, sendo importante que o aluno também aprender o funcionamento e como ele se comunica com o CLP;

5) Interruptor residual, trata-se de um dispositivo de proteção contrachoques elétricos em caso de toque acidental;

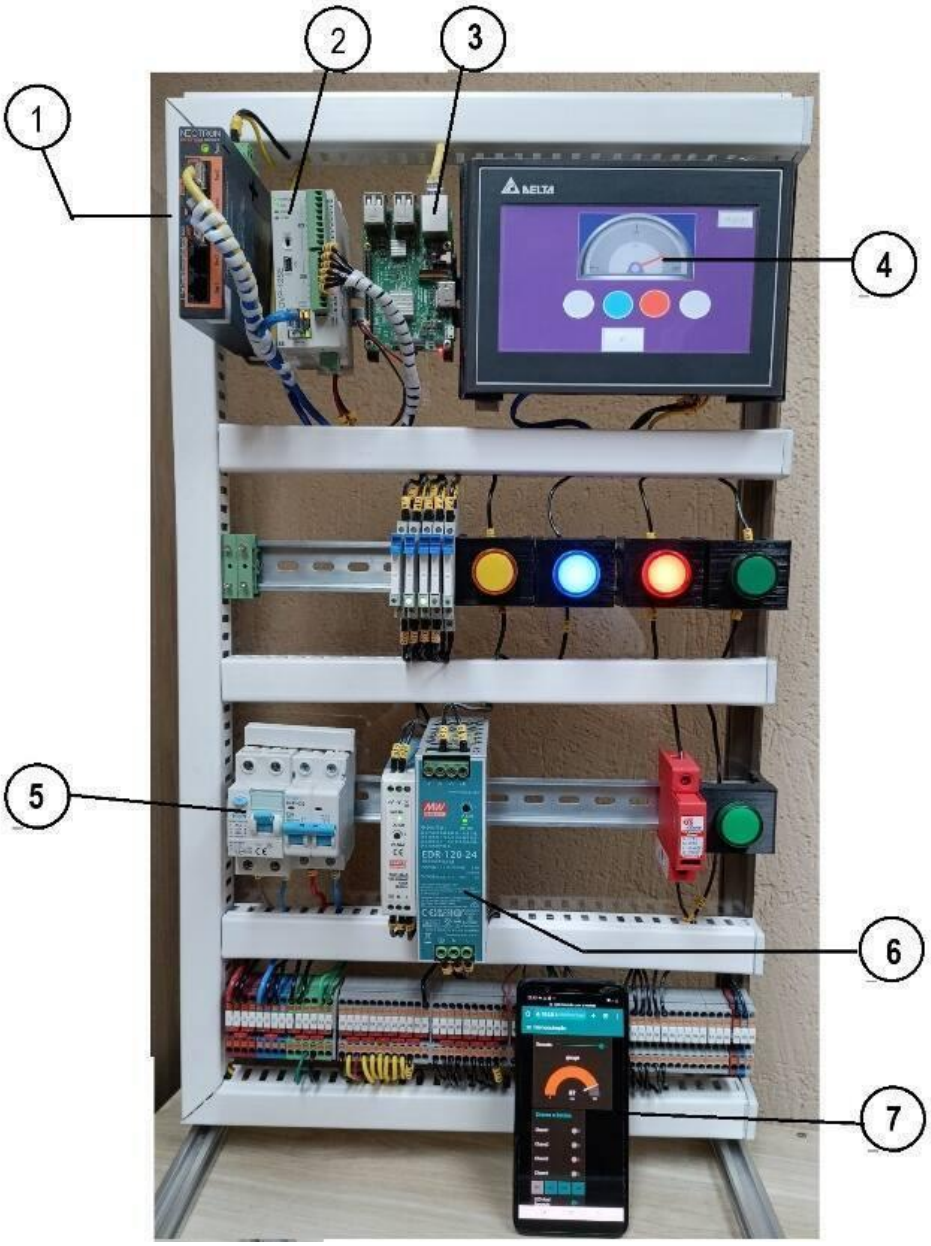
6) Fontes de alimentação que reduzem a tensão da rede elétrica 127/220Vca para 5Vcc e 24Vcc, conforme a NR-12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos; e

7) Cenário criado na bancada, onde o aluno pode interagir como valor de temperatura e verificar os alertas no celular e na bancada.

A seguir a figura 4 mostra a bancada de ensino com os 7 elementos citados. Pode-se identificar em detalhes para compreender o seu funcionamento em sala de aula. Salienta-se que a banca possui tamanho possível de ser transportada (70 centímetros de altura e 40 centímetros de largura), podendo ser utilizada em sala de aula presencial. A bancada de ensino, por ter acesso remoto também pode servir como recurso de aprendizagem no EAD.

ISSN 3086-2531

FIGURA 4 - Bancada de ensino



Fonte: Autores

A conexão sem fio e a comunicação em rede dos dispositivos contidos na bancada, assim como a digitalização de dispositivos simulados em software, contribuem para que seja possível ensinar conceitos relacionados à Indústria 4.0 através do próprio funcionamento da bancada. Conforme Guimarães e Castaman (2020), abordagens tradicionais devem dar espaço à metodologias ativas para contribuir com o ensino, especialmente numa era de inovação disruptiva como a Indústria 4.0.

ISSN 3086-2531

Nessa sessão, verificou-se a infraestrutura completa da bancada de ensino, onde pode-se simular ambientes reais encontrados na indústria com segurança e de forma intuitiva aos alunos. Assim, o processo de aprendizagem de programação do Controlador Lógico Programável torna-se mais atrativo e desperta o interesse dos estudantes por tecnologia, especialmente no setor da indústria, que é um setor que contribui para o desenvolvimento do país (Portal da Indústria, 2025).

INTEGRAÇÃO COM AS NORMAS REGULAMENTADORAS (NRs)

A formação profissional de qualidade não pode se dissociar da cultura de segurança no trabalho. A integração das Normas Regulamentadoras ao currículo e aos recursos didáticos da educação contribui para a preparação de profissionais conscientes de suas responsabilidades.

Desta forma, a NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) normatiza os requisitos e condições mínimas para garantir a segurança dos trabalhadores que interagem com instalações elétricas (Brasil, 2019). A bancada de ensino, por ser ligada na rede elétrica, possui um IDR (Interruptor Diferencial Residual), cuja função do dispositivo é prevenir acidentes elétricos. Desta forma, pode-se trabalhar com tranquilidade em sala de aula e aproveitar para introduzir de conceitos práticos da NR-10. A formação de um técnico em automação ou eletrotécnica nos cursos técnicos ou profissionalizantes precisa incluir o conhecimento sobre desenergização, bloqueio de fontes de energia, uso de equipamentos de proteção e análise de risco elétrico preconizados na NR-10, competências que podem ser desenvolvidas em atividades práticas seguras e supervisionadas na bancada.

Por sua vez, a NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) normatiza as referências técnicas e medidas de proteção para garantir a integridade física dos trabalhadores em todas as fases de utilização de máquinas e equipamentos (Brasil, 2022). A bancada, enquanto um sistema automatizado em escala, é um equipamento que se enquadra no escopo da NR-12 por possuir comandos em baixa tensão, conforme cita a norma.

A simulação de um ambiente industrial virtual baseado em interface web, facilita o acesso e possibilita ao professor criar simulações de forma que se aproximam dos cenários reais. Nessas simulações, os estudantes interagem com um painel virtual acessado pelo navegador que simula os instrumentos de campo, motores e dispositivos de segurança que precisam ser considerados na lógica de programação CLP.

ISSN 3086-2531

Assim, desde a fase de aprendizado eles aprendem a assegurar a funcionalidade e a segurança dos equipamentos que eles vão programar na vida profissional. Essa abordagem de acordo com as discussões de Lima e Pereira (2024), que, ao analisarem o impacto da automação na Educação Profissionalizante, destacam a importância de se integrarem tecnologias digitais que reproduzam as condições do ambiente industrial, preparando os estudantes de forma mais fiel e eficaz para a vida profissional.

CONCLUSÃO

A implementação da bancada de ensino mostra de forma prática, que o desenvolvimento de recursos pedagógicos voltados à inovação na educação profissional e tecnológica pode atuar como ponto de convergência entre as demandas pedagógicas, necessidades da indústria e metas estabelecidas pelas políticas públicas. Ao integrar princípios de acesso remoto, a bancada de ensino materializa conceitos previstos em diretrizes nacionais, como a Meta 11 do Plano Nacional de Educação (PNE), demonstrando como a inovação tecnológica serve como instrumento para ampliar o acesso e qualidade da formação técnica. Dessa forma, a presente pesquisa alcançou o objetivo de implementar uma bancada didática conectada para o ensino de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs).

O alinhamento do projeto da bancada com o Plano Nacional de Ensino, especialmente com a meta 11 demonstra seu potencial para contribuir com a qualificação do ensino técnico e profissionalizante, especialmente ao viabilizar práticas remotas que democratizam o acesso. Ao mesmo tempo que a bancada é utilizada como meio principal de ensino de programação de CLP, há também integração com os princípios nas Normas Regulamentadoras e a sua aplicação pedagógica revela uma abordagem de formação integral, que prepara o estudante para os desafios técnicos da automação industrial e a atuação com responsabilidade e segurança.

Como resultado desta pesquisa, pode-se destacar que do ponto de vista do acesso, uma bancada de ensino que pode se conectar em rede, valida-se como uma ferramenta para democratizar a educação técnica e profissionalizante, oferecendo um ambiente de aprendizagem prático a estudantes em locais remotos ou com infraestrutura limitada, contribuindo diretamente para o cumprimento da Meta 11 do PNE, que visa expandir a educação profissional.

ISSN 3086-2531

Outro resultado relevante no desenvolvimento da bancada é a possibilidade de ser acessada remotamente, que mostra o potencial de sua utilização no ensino à distância. Desta forma, supera-se barreiras geográficas e temporais na oferta do ensino prático, contribuindo para laboratórios didáticos virtuais devido ao equipamento possuir conectividade sem fio e cabeado para ser colocado em rede e assim, ser acessado através da internet ou rede local.

O resultado na perspectiva pedagógica, evidencia que a solução se mostrou eficaz no ensino dos fundamentos de programação de CLPs, alinhando a capacitação acadêmica às competências práticas do setor industrial, preparando os estudantes para os desafios de um ambiente de trabalho cada vez mais digitalizado e conectado. O *software* instalado no minicomputador da bancada permite ao professor trabalhar simulações de situações reais que os estudantes encontrarão na vida profissional de forma simples, através de uma interface intuitiva.

Embora a arquitetura do sistema permita a conexão simultânea de múltiplos alunos ao ambiente virtual, a operação física da bancada permanece como um recurso exclusivo, limitando o teste prático a um estudante por vez após a conclusão de sua programação individual. Essa restrição impõe um desafio de coordenação pedagógica, particularmente acentuado em cenários remotos, onde a fila de espera para uso do equipamento pode impactar negativamente a dinâmica e o ritmo de aprendizagem.

Diante disso, investigações futuras focadas no desenvolvimento do *software* de controle da bancada são recomendadas. A implementação de um sistema de fila inteligente e agendamento de sessões integrado à interface mitigaria o problema de coordenação. Além disso, a expansão da infraestrutura por meio de adicionar mais CLPs à bancada, adicionar ao minicomputador a função de CLP ou até a virtualização de diversos CLPs no minicomputador Raspbery Pi constituem uma direção promissora. Tal aprimoramento permitiria que vários alunos testassem seus programas de forma simultânea e independente, superando as atuais limitações físicas da bancada e ampliando sua capacidade didática e escalabilidade.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

ISSN 3086-2531

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Portaria SEPRT nº 915, de 30 de julho de 2019. Brasília: MTE, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

CASSERLY. **What is VDI and how it works?.** 2025. Disponível em: https://www.casserlyconsulting.com/blog/what-is-vdi-and-how-it-works-boston-it-support. Acesso em: 11 nov. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GUIMARÃES, Nilo César Oliveira; CASTAMAN, Ana Sara. Indústria 4.0 no ensino médio integrado à educação profissional: um debate possível?. **Dialogia**, *[S. l.]*, n. 37, p. e17298, 2021. DOI: 10.5585/dialogia.n37.17298. Disponível em: https://uninove.emnuvens.com.br/dialogia/article/view/17298. Acesso em: 11 fev. 2026.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 10. ed. Campinas: Papirus, 2020.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. *In*: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

LIMA, Yuri Oliveira; PEREIRA, Inês. Estimando o impacto da automação sobre a Educação Profissionalizante: o caso dos cursos técnicos. **SciELO Preprints**, 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.7853. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377253322_Estimando_o_impacto_da_automacao_sobre_a_Educacao_Profissionalizante_o_caso_dos_cursos_tecnicos. Acesso em: 20 out. 2025.

OPENJS FOUNDATION. **Node-Red Documentation**. Disponível em: https://nodered.org/docs/. Acesso em: 15 nov. 2025.

ISSN 3086-2531

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Disponível em: importância da Indústria para o Brasil**. 2025. https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/ Acesso em: 11 fev. 2026.

SANTAELLA, Lucia. A aprendizagem ubíqua na educação aberta. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 7, n. 14, p. 15–22, 2014. DOI: 10.20952/revtee.v0i0.3446. Disponível em: https://periodicos.ufs.br/revtee/article/view/3446. Acesso em: 21 nov. 2025.

SELWYN, Neil *et al*. Digital Technologies and the Automation of Education - Key Questions and Concerns. **Postdigital Science and Education**, [S. l.], v. 5, p. 15–24, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s42438-021-00263-3. Acesso em: 03 nov 2025.

SILVA, Louise de Quadros da; LUZ, Charlene Bitencourt Soster; FOSSATI, Paulo. Ensino Superior: aprendizagem por meio de desenvolvimento de soluções. 2022. Disponível em: https://repositorio.unilasalle.edu.br/handle/11690/2923 Acesso em: 11 fev. 2026.

VALENTE, José Armando. Curadoria e bricolagem: competências do letramento digital. **Revista Conhecimento Online**, *[S. l.]*, v. 2, p. 196–219, 2022. DOI: 10.25112/rco.v2.2978. Disponível em: https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/2978. Acesso em: 21 nov. 2025.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

Recebido em: 12/02/2026.
Aceito em: 20/03/2026.