



Do Laboratório Escolar à Inovação: CNC Plotter de Baixo Custo para Prototipagem Eletrônica.



Autores: *Erivan Cândido de Santana Sobrinho, Guilherme Pietro Jácome de Lima, Pierre Gabriel Monteiro Amancio*
Orientador: Prof. Esp. *Marcelo Lemos do Nascimento*
Instituição: Escola Estadual Desembargador Licurgo Nunes

INTRODUÇÃO

A **educação tecnológica** tem se consolidado como eixo essencial para o avanço científico e social. Contudo, **escolas públicas** enfrentam **restrições orçamentárias** que limitam o acesso a equipamentos e ferramentas. O uso de plataformas abertas e acessíveis, como o **Arduino**, surge como alternativa viável para democratizar a **automação** e a **cultura maker**. No ensino de eletrônica, a produção de **placas de circuito impresso (PCI)** é um desafio, pois métodos industriais são caros e a fabricação manual pouco precisa. Este projeto desenvolveu uma **CNC plotter de baixo custo, controlada por Arduino**, para a **produção automatizada de PCIs**, visando fortalecer a prática da prototipagem eletrônica no ambiente escolar.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Desenvolvimento: O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Matemática e Robótica da E. E. Des. Licurgo Nunes (RN) , entre junho e agosto.	3. Procedimentos: 1. Modelagem e corte das peças no Corel Draw e Falcon , respectivamente, montagem da estrutura com parafusos de madeira; 2. Preparação das placas de fenolite e fixação à mesa ; 3. Vetorização no Inkscape , conversão para G-code no JScut e execução via GRBL Controller no UGS ; 4. Marcação das trilhas com caneta permanente ; 5. Corrosão química (FeCl₃), lavagem, perfuração e soldagem; 6. Testes funcionais com multímetro , avaliando continuidade elétrica e funcionamento .	4. Análise dos Dados: A avaliação foi qualitativa e descritiva , baseada na observação direta e nos testes funcionais das PCIs produzidas. Foram analisados: • Nitidez e espessura uniforme das trilhas condutivas. • Fidelidade dos traçados em relação ao vetor original. • Ausência de falhas ou rupturas. • Continuidade elétrica aferida com multímetro. Funcionamento integral dos componentes instalados. Os resultados confirmaram a eficácia mecânica e eletrônica da CNC Plotter , com alta reprodutibilidade e qualidade , alinhada a padrões técnicos reconhecidos na eletrônica educacional .
2. Materiais principais: Arduino UNO R3, CNC Shield V3, drivers DRV8825, motores de passo, MDF 3 mm cortado a laser, caneta permanente, fenolite cobreado, cloreto de ferro III.		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **CNC Plotter** produziu placas com **100% de fidelidade** aos **vetores originais**, nitidez e espessura uniforme das trilhas e funcionamento pleno dos componentes.

- **Bengala ultrassônica** – alta **fidelidade** ao desenho original, **sem falhas** nas trilhas e **funcionamento integral**.
- **Protótipo demonstrativo** – LEDs, botões e resistores **funcionaram plenamente**, permitindo visualizar o fluxo de corrente elétrica.

O projeto mostrou que materiais acessíveis e tecnologias abertas permitem atingir **padrões de qualidade** comparáveis aos **métodos industriais**, com baixo custo e alto potencial pedagógico.

Limitações: controle rigoroso no tempo de corrosão e manutenção da caneta de marcação.

Futuro: testar fresagem direta para maior precisão.

Figura 1 - CNC Plotter



Fonte: Acervo Pessoal

OBJETIVOS

GERAL

- Desenvolver uma **CNC plotter de baixo custo**, controlada por **Arduino**, para **prototipagem** de **placas de circuito impresso** em **escolas com recursos limitados**.

ESPECÍFICOS

- Selecionar **componentes acessíveis** para **montagem**;
- Construir a **estrutura** em **MDF** cortado a laser;
- Produzir **dois modelos de PCI**: **funcional** (bengala ultrassônica) e **demonstrativo** (LEDs, botões, resistores);
- Avaliar **precisão e funcionalidade** das placas;
- Validar a **aplicação pedagógica** da **CNC** como **recurso de ensino**.

CONCLUSÃO

A **CNC Plotter de baixo custo, controlada por Arduino**, é viável técnica e pedagogicamente, replicável e sustentável para a prototipagem de **PCIs em escolas públicas**. Favorece a **aprendizagem ativa**, a **inclusão tecnológica** e a **interdisciplinaridade**, integrando áreas como eletrônica, física, matemática e informática. Recomenda-se ampliar os testes com diferentes geometrias de circuitos e explorar novas **metodologias didáticas** para potencializar seu uso educacional.

REFERÊNCIAS

SANTOS, J. R. dos; VILAÇA, M. A.; CAMBRUZZI, W.; SOUZA, R. C. de. Protótipo CNC como ferramenta didática em cursos de Robótica Educacional. Research, Society and Development, v. 11, n. 10, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.334994>>. Acesso em: 12 jun. 2025.

AMARAL, Roberta. Protótipo de CNC-Plotter desenvolvido com materiais reciclados e de baixo custo. Revista da JOPIC, v. 16, 2022. Disponível em: <<https://revistajopic.ifsertao-pe.edu.br/index.php/jopic/article/view/334994>>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SILVA, L. S.; OLIVEIRA, R. N. Robótica educacional: perspectivas e desafios no ensino de ciências e matemática. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) – Instituto Federal de Goiás, Jataí. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/1282/1/tcc_lucas_santos_silva_e_raquel_nascimento_oliveira.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2025.

MONTEIRO JÚNIOR, A.; ARAUJO, H. X.; CARVALHO, R. L.; BARBOSA, G. V.; CANEIRO, L. A. Uma revisão sistemática sobre o papel da robótica educacional na educação básica. SciELO Preprints, 2024. DOI: <<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12419>>. Acesso em: ago. 2025.

MADISON, J. CNC Machining Handbook: Basic Theory, Production Data, and Machining Procedures. Norwalk: Industrial Press Inc., 1996.