

# Laboratório Portátil para o Estudo Prático em Engenharia de Computadores

Tiago Dias<sup>\*†‡</sup>, Pedro Sampaio<sup>\*</sup> e Pedro Miguens Matutino<sup>\*†</sup>

<sup>\*</sup>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – ISEL, Instituto Politécnico de Lisboa – IPL

Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007 Lisboa, Portugal

<sup>†</sup>INESC-ID, Rua Alves Redol 9, 1000-029 Lisboa, Portugal

<sup>‡</sup>POLITEC&ID, Estrada de Benfica 529, 1549-020 Lisboa, Portugal

Email: tiago.dias@isel.pt, pedro.sampaio@isel.pt and pedro.miguens@isel.pt

**Abstract** — Sistemas Digitais e Arquitetura de Computadores continuam a ser unidades curriculares fundamentais nos planos de estudos dos cursos em Engenharia Informática e de Ciências da Computação, bem como da maioria dos cursos em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. No entanto, um problema bem conhecido prende-se com as dificuldades dos alunos em apreender muitos dos conceitos subjacentes, uma vez que a maioria deles ainda não adquiriram as competências lógicas ou formais de raciocínio para entender os níveis de abstração envolvidos. Estas limitações tornam mais difícil o processo de ensino e aprendizagem, acabando por ter um grande impacto na retenção de alunos e na sua motivação para continuar a trabalhar nestas áreas do saber.

Vários métodos de ensino e estratégias pedagógicas têm sido propostos para superar este problema. Isto inclui a abordagem clássica orientada à resolução de exercícios usando papel e lápis, bem como experiências mais práticas baseadas em atividades laboratoriais, o que é considerado por quase todos os estudos pedagógicos como a estratégia ideal para apoiar a aprendizagem. No entanto, a prática exigida para o ensino do hardware depende da disponibilidade de plataformas e ferramentas de desenvolvimento para apoiar as atividades laboratoriais.

Este artigo apresenta o sistema educacional  $\mu$ LIC [1], desenvolvido no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), a escola de engenharia do Instituto Politécnico de Lisboa (IPL) em Portugal, com o propósito de oferecer aos alunos de Sistemas Digitais e de Arquitetura de Computadores uma plataforma de hardware bastante simples e intuitiva para a realização de exercícios de laboratório. No entanto, o sistema também pode ser utilizado noutras unidades curriculares relacionadas, como por exemplo Sistemas Embebidos ou Hardware / Software Co-Design, o que permite reduzir o tempo necessário para estudar os manuais de diversas placas e ferramentas de desenvolvimento. Desta forma, criam-se as condições necessárias para que o processo de ensino e aprendizagem se concentre no essencial, i.e. os conteúdos dos programas.

O sistema educacional  $\mu$ LIC é composto pela placa de desenvolvimento  $\mu$ LIC $\chi$  [2], quatro placas de expansão, uma biblioteca para suportar a interação de programas escritos na linguagem de programação Java com a placa  $\mu$ LIC $\chi$  e a aplicação Programador USB de CPLD (eCUP), um software livre desenvolvido especificamente para a configuração de dispositivos CPLD. A placa  $\mu$ LIC $\chi$  é uma plataforma hardware alimentada por USB que permite a prototipagem de projetos usando uma CPLD Xilinx XC95144XL. A placa inclui um circuito gerador de sinal de relógio, vários LED, um botão de pressão, portos paralelos de E/S de 8 bits e quatro conectores de expansão de uso geral, tolerantes a 5 V. As placas de expansão possibilitam a interação com dispositivos externos e, disponibilizam os componentes mais comumente utilizados em trabalhos de laboratório: botões de pressão e interruptores, LED, um mostrador LCD e memórias RAM e EPROM. O custo estimado de fabricação da placa  $\mu$ LIC $\chi$  são 20 €, enquanto o das quatro placas de expansão são 18 €, o que torna o sistema extremamente competitivo. Esta vantagem é reforçada pelo seu tamanho reduzido e natureza portátil, pois estas características possibilitam que os alunos transportem consigo as placas, criando a oportunidade para realizarem os exercícios das aulas e outros pequenos projetos pessoais também fora do laboratório. Em ambiente escolar, o sistema  $\mu$ LIC tem sido utilizado com grande sucesso desde 2017 em Laboratório de Informática e Computadores, uma unidade curricular do curso de Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores do ISEL [3].

**Index Terms** — Engenharia de computadores, tecnologia educativa, sistemas digitais e lógica programável.

## REFERÊNCIAS

- [1] T. Dias. “ $\mu$ LIC: micro Laboratory Infrastructure for the study of Computer Engineering.” ResearchGate.net. <https://www.researchgate.net/project/uLIC-micro-Laboratory-Infrastructure-for-the-study-of-Computer-Engineering> (acedido em 03/07/2020).
- [2] T. Dias,  $\mu$ LIC $\chi$  Development Board – Reference Manual, ISEL – IPL, Lisbon, Portugal, Março 2017, [https://www.researchgate.net/publication/338749880\\_uLIC-X\\_Development\\_Board\\_Reference\\_Manual](https://www.researchgate.net/publication/338749880_uLIC-X_Development_Board_Reference_Manual).
- [3] P. M. Matutino, T. Dias, e P. Sampaio, “Teaching Hardware/Software Co-Design using a Project-Based Learning Strategy”, in 14<sup>th</sup> Conf. on Technology, Teaching and Learning of Electronics (TAAE), Porto, Portugal, Julho 2020.