

# Análise do uso de microcontroladores como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores

Vinicius Bittencourt da Silva  
Ciência da Computação

Instituto Federal Farroupilha – Câmpus Alegrete  
Alegrete, Brasil  
vinicius.bittencourt@iffarroupilha.edu.br

Jean Felipe Patikowski Cheiran  
Engenharia de Software

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA  
Alegrete, Brasil  
jeancheiran@unipampa.edu.br

*Resumo - O presente trabalho visa apresentar uma análise sistemática da utilização de microcontroladores como ferramentas de auxílio à aprendizagem de Arquitetura de Computadores (ou disciplinas equivalentes) nas universidades do sul do país. Para a realização da pesquisa, encaminhou-se às coordenações de cursos dessas universidades um questionário voltado aos professores que ministram essas disciplinas para os cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica. Após a coleta de informações, realizou-se a análise dos dados obtidos a fim de identificar qual a incidência e aplicação de microcontroladores pelos educadores nessas disciplinas. O resultado da análise do uso dessas ferramentas de apoio para esse importante componente curricular pode ser citada como a maior contribuição do presente trabalho, pois não encontrou-se nenhum estudo semelhante em âmbito regional, nem mesmo nacional.*

*Palavras Chave - Arquitetura de Computadores, Pesquisa em Educação, Microcontroladores*

## I. INTRODUÇÃO

A disciplina de Arquitetura de Computadores é um componente curricular que compõe base em muitos cursos que envolvem tecnologia, sendo fundamental para o aprendizado dos componentes de um computador. Essa disciplina é conhecida por ser parte significativa do corpo de conhecimento e área importante no currículo de graduação em Ciência da Computação (ATANASOVSKI et al., 2013). Além disso, a disciplina de Arquitetura de Computadores compõe um papel significativo nos cursos de Engenharia Eletrônica, Engenharia da Computação e cursos similares (OZTEKIN et al., 2010).

Devido a sua importância para os cursos de graduação, a disciplina de Arquitetura de Computadores foi alvo do presente estudo. Para tal, foram escolhidos dois cursos fortemente relacionados a essa disciplina a fim de compreender de que forma ela está sendo ministrada nas universidades do sul do Brasil: Ciência da Computação e Engenharia Elétrica.

Um dos principais problemas relacionados ao estudo dessa disciplina é a prática dos conceitos aprendidos em Arquitetura de Computadores, estando este entre os problemas mais comuns do sistema atual de educação (OZTEKIN et al., 2010). Assim sendo, ensinar Arquitetura de Computadores torna-se

um processo muito difícil e que requer um grande esforço de instrutores e estudantes (ATANASOVSKI et al., 2013).

Pode-se afirmar que Arquitetura de Computadores é o curso que especifica as relações e as partes do sistema de um computador e lida com três elementos principais: arquitetura do conjunto de instruções, organização de computador, e hardware (NAYAK e VIJAYALAKSHMI, 2013).

Para um melhor entendimento dos conceitos envolvidos na disciplina de Arquitetura de Computadoras, são utilizadas ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem. Uma dessas ferramentas são os microcontroladores (NI e LUO, 2010).

Microcontroladores são computadores integrados que constituem uma tecnologia complexa incluindo muitos conceitos inter-relacionados (FERREIRA et al., 2005).

A tecnologia de microcontroladores é uma das primeiras tecnologias no currículo de engenharia nas universidades, permitindo que estudantes aprendam sobre eles cursos como princípios do microcomputador, princípio do *chip* de microcomputador, e tecnologia em sistemas embarcados (NI e LUO, 2010).

Uma vez que se sabe a importância dessa disciplina para os cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, a proposta deste trabalho é a obtenção e análise de dados a fim de compreender de que forma estão sendo ministradas as disciplinas relacionadas à Arquitetura de Computadores em universidades do sul do Brasil e, nesse contexto, analisar de que forma os microcontroladores se encaixam como ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem nessa disciplina.

Finalmente, o restante do trabalho estrutura-se da seguinte forma: a Seção 2 foca em expor de que maneira os dados sobre o uso de microcontroladores foram obtidos; a Seção 3 explora a análise dos dados coletados; a Seção 4 elucida os resultados obtidos a partir da análise realizada; e, finalmente, a Seção 5 apresenta as reflexões e considerações finais a partir desse objeto de estudo.

## II. OBTENÇÃO DE DADOS

Para que se possa analisar de que forma a disciplina de Arquitetura de Computadores vem sendo trabalhada nas universidades do sul do país e de que forma os microcontroladores têm contribuído como ferramentas de

apoio, é necessário compreender o que tem sido ministrado nessa disciplina. Para a obtenção desses dados, foi formulado um questionário composto por 7 questões, sendo 5 obrigatórias e 2 facultativas, desenvolvido e encaminhado a todas as 49 universidades dos estados da região sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná).

Os cursos de interesse para a realização desse estudo foram os cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, futuramente pretende-se ampliar o número de cursos, abrangendo Engenharia da Computação e outros cursos relacionados. O contato foi realizado por meio dos endereços de *e-mail* dos coordenadores dos cursos que constavam nos *sites* das instituições. Quando os *sites* institucionais não possuíam o contato dos coordenadores nas páginas principais dos cursos, enviou-se o formulário por meio dos mecanismos de contato dos sites das instituições ou, quando esses também não eram disponibilizados, o contato foi realizado diretamente com as secretarias das instituições, solicitando que o formulário fosse encaminhado para os coordenadores de curso e professores responsáveis pelas disciplinas relacionadas a Arquitetura de Computadores. A relação de universidades pesquisadas e os contatos das mesmas pode ser visualizado no seguinte endereço *web*: <https://goo.gl/UdMmVU>.

Pode-se constatar por meio do acesso aos *sites* das universidades na apresentação dos cursos de graduação disponíveis na instituição que as 49 universidades do sul do país possuem a seguinte configuração quanto aos cursos pesquisados: dez possuem apenas o curso de Ciência da Computação, seis possuem apenas graduação em Engenharia Elétrica, 23 abrangem os dois cursos, nove não possuem nenhum dos dois cursos, e uma estava com seu site institucional fora do ar durante todo o período de pesquisa. A Figura 1 apresenta visualmente a distribuição dos cursos de graduação.

Ao analisar a Figura 1, percebe-se que aproximadamente 79% das universidades investigadas possuem os cursos alvo do estudo. Assim, foram enviados, no total, 59 *e-mails* de contato para essas universidades, os quais explicavam o intuito da pesquisa e continham o *link* para o questionário através da plataforma de questionários online do *Google Docs*, assim como o contato dos pesquisadores para o caso de eventuais dúvidas.

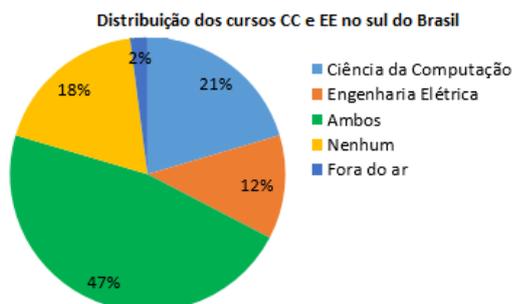


Figura 1: Distribuição de Cursos de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação no Sul do Brasil

O questionário foi disponibilizado no dia 2 de março de 2015 e esteve aberto para o recebimento de respostas até o dia 15 de março de 2015. Nesse período, obteve-se 12 respostas (11 através do formulário de pesquisa e uma através de *e-mail*) de 11 universidades distintas envolvendo professores de ambos os cursos. A partir do dia 15 de março iniciou-se o período da análise que será descrita na Seção 3.

### III. ANÁLISE

A partir da obtenção de dados, sumariza-se na Tabela 1 as universidades e os cursos aos quais os docentes respondentes estão vinculados.

Universidade do docente	Curso de graduação
Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)	Ambos
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	Engenharia Elétrica
Universidade Positivo (UP)	Ambos
Universidade de Caxias do Sul (UCS)	Engenharia Elétrica
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Ciência da Computação
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)	Engenharia Elétrica
Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP)	Engenharia Elétrica
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)	Ambos
Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)	Ciência da Computação
Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL)	Ciência da Computação

Tabela 1: Contato dos responsáveis pelas disciplinas

Por meio de *e-mail*, foi informado que o curso Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina não possui a disciplina de Arquitetura de Computadores.

A primeira parte da análise focou em verificar quais são as disciplinas ministradas pelos professores que estão relacionadas a Arquitetura de Computadores. A Tabela 2 apresenta o nome da disciplina, o número de vezes que ela aparece nas respostas e a quais cursos está relacionada.

Nome da Disciplina	Número de vezes citada	Curso relacionado
Arquitetura de Computadores	4	Ambos
Arquitetura de Computadores I	2	EE
Arquitetura de Computadores II	1	EE
Organização de Computadores	1	EE
Circuitos Microprocessados I	1	EE
Circuitos Microprocessados II	1	EE
Sistemas Embarcados	1	Ambos
Eletrônica Digital 1	1	EE
Organização e Arquitetura de Computadores I	1	EE
Organização e Arquitetura de Computadores II	1	CC
Arquiteturas Avançadas	1	Ambos
Sistemas Digitais	1	EE
Microcontroladores	1	EE
Introdução à Organização de Computadores	1	CC
Princípios de Arquitetura de Computadores	1	CC
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>-</b>

Tabela 2: Disciplinas Relacionadas à Arquitetura de Computadores

Como se pode notar na Tabela 2, o número total de disciplinas relacionadas a Arquitetura de Computadores é 19 as quais estão distribuídas entre os cursos de Ciência da Computação, Engenharia Elétrica ou ambos.

Uma vez conhecidas quais disciplinas estavam relacionadas a Arquitetura de Computadores nessas universidades, partiu-se para a segunda parte da análise: verificar se microcontroladores estão sendo utilizados nas universidades e de que forma são aplicados como ferramentas de auxílio aprendizagem. A Tabela 3, descrita a seguir, apresenta sínteses das respostas.

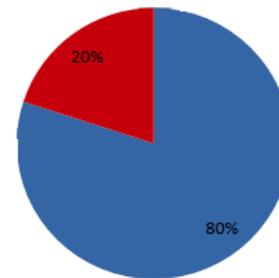
Universidade	Microcontrolador	Uso
UNISC	MIPS	O microcontrolador <i>MIPS</i> é modelado em <i>VHDL</i> para a parte teórica da disciplina.
Unisinos	ARM e PIC	Aplicados ao ensino da Arquitetura de <i>Harvard</i> , Arquitetura de Von Neumann, barramentos entre outros elementos;
Universidade Positivo	ARM e PIC	Utilizou-se à fim de praticar a linguagem de montagem fora do ambiente PC possibilitando uma visão mais ampla do conteúdo.

UCS	Não citado	Utilizado em sistemas embarcados com software destinado a controle de projetos.
UNIOESTE	MIPSIT	Não citado.
UNIPAMPA	Não utiliza	-
UNIARP	Arduíno Uno R3	Focado para projetos de automação.
PUCPR	I8086	Aplica-se o microprocessador i8086 para lecionar sobre <i>Assembly</i> .
UNIOESTE	PIC	Utiliza-se como ferramenta de ensino dos conceitos de automação residencial e industrial.
UENP	Arduíno	Não citado.
UNISUL	Não utiliza	-

Tabela 3: Microcontroladores citados na Pesquisa

As Figuras 2 e 3 apresentam a porcentagem de universidades que utilizam microcontroladores e a porcentagem do uso de cada um dos microcontroladores.

Uso de Microcontroladores pelas Universidades



■ Utilizam Microcontroladores ■ Não Utilizam Microcontroladores

Figura 2: Representação das Universidades que utilizam microcontroladores como ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem.



Figura 3: Microcontroladores utilizados em Arquitetura de Computadores

Como se pode notar na Figura 3, os microcontroladores mais utilizados como ferramentas de apoio são o PIC, o ARM e o ARDUÍNO.

Os microcontroladores PIC são uma família de microcontroladores que no âmbito de desenvolvimento tem sido amplamente aceita e, ao longo dos anos, tem evoluído. Essa evolução ocasionou melhora considerável de características como preço, consumo de energia, tamanho, qualidade e confiabilidade. Há uma grande abundância de informações sobre esses microcontroladores, tornando-os dispositivos convenientes e fáceis de usar (BELTRÁN et al., 2011).

De forma similar aos microcontroladores PIC, os microcontroladores ARM são uma família que, a partir da sua versão 7, foram divididos em três diferentes *designs* de arquitetura: o perfil A é voltado para alto desempenho e aplicações de plataforma aberta; o perfil R é desenvolvido para sistemas embarcados *high-end*; e o perfil M é voltado para sistemas microcontrolados profundamente embarcados (YIU, 2009).

Por sua vez, Arduíno também é uma família de placas de microcontrolador. Essas placas são uma combinação de um microprocessador ATMEL incluindo RAM, memória *flash*, e os canais de entrada/saída. Estas placas possuem a mesma estrutura geral dos computadores pessoais, entretanto têm apenas uma fração do seu desempenho (SCHUBERT et al., 2013).

#### IV. RESULTADOS

A partir da obtenção e da análise de dados descrita nas seções anteriores desse artigo, é possível verificar a quantidade de universidades do sul do Brasil que possuem os cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica e observar um panorama geral da utilização de microcontroladores como ferramentas de apoio ao ensino de Arquitetura e Organização de Computadores. Não obstante, é possível verificar quais são os microcontroladores utilizados em cada uma dessas universidades e constatar quais possuem uma maior utilização.

A análise do uso de microcontroladores como ferramentas de apoio para esse importante componente curricular pode ser citada como a maior contribuição do presente trabalho, pois não se encontrou nenhuma análise semelhante em âmbito regional ou nacional. Assim sendo, a partir desses dados constata-se que há uma grande aplicabilidade, em cerca de 80% das universidades que participaram da pesquisa do uso de microcontroladores como ferramentas de apoio ao ensino, variando entre elas a sua forma de utilização.

#### V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como discutido nas Seções anteriores, os microcontroladores são utilizados como ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores e de disciplinas semelhantes nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação em universidades do sul do Brasil.

Ao analisar-se os resultados obtidos por meio dos questionários respondidos por docentes dessas disciplinas, percebe-se que não há um padrão definido a forma da utilização desses microcontroladores e nem quais microcontroladores devem ser utilizados. Ainda é importante salientar que as respostas ao questionário não informaram à qual classe os microcontroladores pertenciam obtendo resultados mistos entre microcontroladores, processadores embarcados e de propósito geral, essa informação deverá constar em pesquisas futuras para uma melhor apresentação dos resultados.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a pesquisa para todos os estados brasileiros, buscando assim elucidar quais são as tendências para cada região do país. Além disso, pretende-se obter um panorama mais completo por meio da ampliação do número de respostas obtidas no questionário, buscando-se técnicas para a ampliação da quantidade de dados coletados assim como da organização dos mesmos.

#### VI. REFERÊNCIAS

- NI, J. E LUO, J. Microcontroller-based engineering education innovation, volume 3. International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT), Tianjin University of Technology, Tianjin, China, 2010.
- ATANASOVSKI, Blagoj et al. EDUCache simulator for teaching computer architecture and organization. In: Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE. IEEE, 2013. p. 1015-1022.
- NAYAK, Aruna S.; VIJAYALAKSHMI, M. Teaching Computer System Design and Architecture course—An experience. Innovation and Technology Education (MITE), 2013 IEEE International Conference in MOOC. IEEE, 2013. p. 21-25.
- OZTEKIN, Halit; TEMURTAS, Feyzullah; GULBAG, Ali. BZK. SAU: Implementing a Hardware and Software-based computer Architecture simulator for educational purpose. Computer Design and Applications (ICDDA), 2010 International Conference on. IEEE, 2010. p. V4-90-V4-97.
- BELTRÁN, Jaime Fonseca; AYALA, Gerardo Cazarez; FLORES, José de Jesús Montes de Oca; BAHENA, Huémac Israel Del Ángel; AVELAR, Carlos Alberto Aguilar; MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN MICROCONTROLADORES PIC® : DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN. Ra Ximhai, Vol. 7, Número 3, Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. 2011, p. 325-331
- SCHUBERT, Thomas W; D'AUSILIO, Alessandro; CANTO, Rosario. Using Arduino microcontroller boards to measure response latencies. Behavior research methods, v.45, n.4, p. 1132-1346, 2013.
- YIU, Joseph. The definitive guide to the ARM Cortex-M3. p.4 Newnes, Burlington, EUA, 2009.
- FERREIRA, L., MATOS, E., MENENDEZ, L., E MANDADO, E. MILES: A Microcontroller Learning System combining Hardware and Software tools. IEEE. Institute for Applied Electronics, Universidade de Vigo, Espanha, 2005