

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
MESTRADO ACADÊMICO**

Elvandi da Silva Júnior

**AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE
MICROCONTROLADORES E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM
SALA DE AULA/LABORATÓRIO**

**Santa Maria, RS
2017**

Elvandi da Silva Júnior

**AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE
MICROCONTROLADORES E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM SALA DE
AULA/LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Profissional e Tecnológica**.

Orientador: Prof. Dr. Álysson Raniere Seidel

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Leila Maria Araújo Santos

Santa Maria, RS
2017

Elvandi da Silva Júnior

**AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE
MICROCONTROLADORES E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM SALA DE
AULA/LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Profissional e Tecnológica**.

Aprovado em 10 de Agosto de 2017:

**Álysson Raniere Seidel, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Rafael Concatto Beltrame, Dr. (UFSM)

**Reiner Franchesco Perozzo, Dr. (UNIFRA)
(Avaliação feita por parecer)**

**Santa Maria, RS
2017**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por sempre estar presente ajudando e iluminando o meu caminho.

Agradeço a minha mãe, Odila, e ao meu pai, Elvandi, pela compreensão, incentivo e por sempre estarem juntos me apoiando e ajudando.

Agradeço a minha esposa, Denise, por sempre ter me incentivado, apoiado, compreendido, ajudado e estar ao meu lado.

Agradeço a minha irmã, Litieli, ao meu cunhado, Claubert e a minha sobrinha, Izadora, pelo apoio de sempre.

Agradeço aos meus sogros, Dona Lourdes e Seu Roberto, às minhas cunhadas, Márcia e Simone, ao meu cunhado Giovanni e ao sobrinho Gustavo pelo apoio de sempre.

Agradeço ao meu orientador, professor Álysson e a coorientadora Leila, pelo apoio, ajuda e ensinamentos, bem como aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Maria.

Agradeço a professora Silvia Maria de Aguiar Isaia, pelo apoio, ajuda e ensinamentos.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho e de sala de aula, que de alguma maneira me ajudaram.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma maneira, colaboraram comigo, direta e ou indiretamente, para mais essa conquista.

RESUMO

AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE MICROCONTROLADORES E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA/LABORATÓRIO

AUTOR: Elvandi da Silva Júnior
ORIENTADOR: Álysson Raniere Seidel
COORIENTADOR: Leila Maria Araújo Santos

Esta dissertação de mestrado propõe revisar as tecnologias e métodos de ensino atualmente empregados no ensino de microcontroladores. Para esse trabalho, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica sobre microcontroladores, com enfoque metodológico embasado no Estudo de Caso. Na fase da coleta de dados foram utilizadas as pesquisas qualitativa e quantitativa, e a amostra da população da investigação contou com 47 planos de ensino e 37 projetos pedagógicos de cursos distintos (instituições de ensino técnico, tecnológico e superior brasileiras), 32 professores que ministram a disciplina de microcontroladores ou afins (de cursos técnico, tecnológico e/ou superior do Brasil), e 11 alunos de cursos técnicos e tecnológicos de Santa Maria, RS – Brasil. A percepção dos professores em relação ao ensino de microcontroladores foi avaliada através de um questionário *web*, e a dos alunos foi avaliada através de uma aula demonstrativa das três metodologias práticas, além de um questionário *web*. As disciplinas que ensinam microcontroladores geralmente possuem o nome de Microcontroladores ou Sistemas Microcontrolados. Possuem uma carga horária total de 60 ou 72 horas, com número de horas teóricas de 36 ou 30, e número de horas práticas de 30 ou 36. Os microcontroladores mais empregados são os da família PIC e 8051, juntamente com as linguagens de programação Assembly e C. Em relação a ordem de emprego dos métodos de ensino de microcontroladores, a simulação é comumente empregada por primeiro, em segundo lugar tem-se um empate técnico entre o kit educacional e a montagem, e em terceiro lugar tem-se a montagem. Conclui-se que existe uma gama grande de recursos para o ensino de microcontroladores, com alguns se destacando e formando um padrão. Devido a peculiaridades regionais e parcerias com a indústria, cabe ao professor identificar qual o nível de aprofundamento necessário para a disciplina e para qual mercado de trabalho o aluno precisa ser preparado, com isso, escolhendo os recursos de ensino apropriados.

Palavras-chave: Educação. Métodos de ensino. Microcontrolador. Plano de ensino.

ABSTRACT

EVALUATION OF TEACHING RESOURCES FOR THE TEACHING OF MICROCONTROLLERS AND APPLICATION POSSIBILITIES

AUTHOR: Elvandi da Silva Júnior
ADVISOR: Álysson Raniere Seidel
COADVISOR: Leila Maria Araújo Santos

This dissertation proposes to review the technologies and teaching methods currently employed in the teaching of microcontrollers. For this work, a bibliographic research was done on microcontrollers, with a methodological approach based on the Case Study. At the data collection stage, qualitative and quantitative research was used, and the sample of the research population consisted of 47 teaching plans and 37 pedagogical projects of different courses of Brazilian technical, technological and higher education institutions, 32 teachers who teach the discipline of microcontrollers or similar, of technical, technological and / or superior courses in Brazil, and 11 students of technical and technological courses in Santa Maria, RS - Brazil. The teachers' perception regarding the teaching of microcontrollers was evaluated through a web questionnaire, and the students' knowledge was evaluated through a demonstrative class of the three practical methodologies and a web questionnaire. The disciplines that teach microcontrollers usually have the name Microcontrollers or Microcontrolling Systems, the total workload is 60 or 72 hours, with theoretical hours of 36 or 30 hours and practical hours of 30 or 36 hours. The most commonly used microcontrollers are those of the PIC and 8051 families, together with the programming languages Assembly and C. In relation to the order of use of microcontroller teaching methods, simulation is commonly employed by first, secondly we have a technical tie between The educational kit and the assembly, and thirdly use the assembly. It is concluded that there is a great range of resources for teaching microcontrollers, with some standing out and forming a pattern. Due to regional peculiarities and partnerships with industry, it is up to the teacher to identify the level of deepening required for the discipline and to which job market the student needs to be prepared, thereby choosing the appropriate teaching resources.

Keywords: Education. Teaching methods. Microcontroller. Teaching plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquiteturas de microcontroladores: (a) Harvard e (b) von Neumann.....	18
Figura 2 – IDE MikroC: (a) Mapa conceitual e (b) Início de programação.....	21
Figura 3 – PCWH IDE Compiler for Microchip: (a) Mapa conceitual e (b) Início de programação.	22
Figura 4 – MPLAB X IDE: (a) Início de programação e (b) Mapa conceitual.....	23
Figura 5 – Proteus Design Suite 8: (a) Mapa conceitual e (b) Início de programação.	25
Figura 6 – IDE oficial Arduino: (a) Mapa conceitual e (b) Início de programação.....	27
Figura 7 – Kits educacionais microcontrolados da empresa Exsto.	28
Figura 8 – <i>Protoboard</i> montada com microcontrolador PIC18F4550 controlando um LED vermelho.....	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Instituições de Ensino e número de planos de ensino e projetos pedagógicos de curso.....	55
Gráfico 2 – Cidades campus/cursos de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior.....	56
Gráfico 3 – Cursos oferecidos por instituições de ensino técnico, tecnológico e superior.....	57
Gráfico 4 – Disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	58
Gráfico 5 – Cargas horárias de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	59
Gráfico 6 – Número de horas teóricas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	60
Gráfico 7 – Número de horas práticas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	61
Gráfico 8 – Microcontroladores utilizados em disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.	61
Gráfico 9 – Linguagens de programação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	62
Gráfico 10 – IDE analisados nas disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	63
Gráfico 11 – Kits educacionais de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	63
Gráfico 12 – Softwares de simulação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.....	64
Gráfico 13 – Instituições de ensino técnico e superior.	65
Gráfico 14 – Disciplinas de ensino técnico e superior.	66
Gráfico 15 – Cargas horárias de disciplinas de ensino técnico e superior.	67
Gráfico 16 – Horas teóricas de disciplinas de ensino técnico e superior.....	67
Gráfico 17 – Horas práticas de disciplinas de ensino técnico e superior.....	68
Gráfico 18 – Horas teóricas/práticas de disciplinas de ensino técnico e superior.	69
Gráfico 19 – Recursos de ensino de microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior.....	69
Gráfico 20 – Ordem de uso dos recursos.....	70
Gráfico 21 – Microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior.....	71
Gráfico 22 – IDE/compiladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.	72
Gráfico 23 – Linguagens de programação utilizadas no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.	72
Gráfico 24 – Softwares simuladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.	73
Gráfico 25 – Kits educacionais utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.	74
Gráfico 26 – Métodos de ensino utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.	74
Gráfico 27 – Respostas a respeito da pergunta “A indústria local influência no ensino e escolha do tipo de microcontrolador?”.....	78
Gráfico 28 – Cursos de ensino técnico e tecnológico.....	80

Gráfico 29 – Nível de dificuldade dos recursos didáticos.	81
Gráfico 30 – Métodos de ensino de microcontroladores.	81
Gráfico 31 – Interesse em aprender sobre microcontroladores.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fabricantes de microcontroladores.	19
Quadro 2 – Respostas a respeito da pergunta “Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/ <i>Proto</i> board?” . .	75
Quadro 3 – Respostas sobre a pergunta “Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/ <i>Proto</i> board?”	76
Quadro 4 – Respostas sobre a pergunta “Os alunos falaram de qual recurso gostaram mais ou menos de utilizar?”	77
Quadro 5 – Respostas sobre a pergunta “Há percepção de possíveis evasões sobre a relação da disciplina que ensina microcontroladores contribuindo para isso?”	78
Quadro 6 – Respostas a respeito da pergunta “Se você utiliza microcontrolador ARM, relate o motivo da sua escolha.”	79
Quadro 7 – Respostas a respeito da pergunta “Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/ <i>Proto</i> board e do Simulador?”	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPU	Unidade Central de Processamento
CTISM	Colégio Técnico Industrial de Santa Maria
EEPROM	Memória de Programa não Volátil
I/O	Entrada/Saída
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
LCD	Display de Cristal Líquido
LEDs	Diodo Emissor de Luz
PC	Computador Pessoal
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PPGEPT	Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica
RAM	Memória de Acesso Aleatório
RS	Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USA	Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	JUSTIFICATIVA	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	MIKROC PRO FOR PIC	20
2.2	PCWH IDE COMPILER FOR MICROCHIP	21
2.3	MPLAB X IDE	23
2.4	PROTEUS DESIGN SUITE 8	25
2.5	IDE ARDUINO	26
2.6	KIT EDUCACIONAL	27
2.7	PROTOBOARD	29
2.8	MÉTODO DE ENSINO TOP-DOWN	30
2.9	PLANOS DE ENSINO E PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSO	31
2.9.1	Planos de ensino	32
2.9.2	Projetos Pedagógicos de Curso	40
3	METODOLOGIA	47
3.1	DESENHO DO ESTUDO	47
3.2	AMOSTRA/POPULAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	48
3.3	CAMINHO PERCORRIDO PELA INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA	48
3.3.1	Questionário web para professores	49
3.3.2	Validação das metodologias de ensino práticas	51
4	RESULTADOS	55
4.1	PLANOS DE ENSINO E PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSO	55
4.1.1	Instituições de ensino	55
4.1.2	Campus	56
4.1.3	Cursos	57
4.1.4	Disciplinas	58
4.1.5	Carga horária de disciplina	59
4.1.6	Número de horas teóricas	60
4.1.7	Número de horas práticas	61
4.1.8	Microcontroladores	61
4.1.9	Linguagem de programação	62
4.1.10	IDE	63
4.1.11	Kit educacional	63
4.1.12	Software de Simulação	64
4.2	QUESTIONÁRIO WEB PROFESSORES	65
4.2.1	Instituições de ensino	65
4.2.2	Disciplinas	66
4.2.3	Disciplinas carga horária	67
4.2.4	Horas teóricas	67
4.2.5	Horas práticas	68
4.2.6	Horas teóricas/práticas	69
4.2.7	Quais recursos você utiliza nas suas aulas?	69

4.2.8	Enumere a ordem de uso dos recursos. (1 – 4).....	70
4.2.9	Qual microcontrolador você utiliza nas suas aulas?	71
4.2.10	Qual compilador e/ou IDE você utiliza nas suas aulas?	72
4.2.11	Qual linguagem de programação você utiliza nas suas aulas?	72
4.2.12	Qual simulador você utiliza nas suas aulas?	73
4.2.13	Qual Kit Educacional você utiliza nas suas aulas?.....	74
4.2.14	Qual método de ensino você utiliza nas suas aulas?	74
4.2.15	Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?.....	75
4.2.16	Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?.....	76
4.2.17	Os alunos falaram de qual recurso gostaram mais ou menos de utilizar?	77
4.2.18	Há percepção de possíveis evasões sobre a relação da disciplina que ensina microcontroladores contribuindo para isso?.....	78
4.2.19	A indústria local influência no ensino e escolha do tipo de microcontrolador?	78
4.2.20	Se você utiliza microcontrolador ARM, relate o motivo da sua escolha.	79
4.3	QUESTIONÁRIO WEB ALUNOS	80
4.3.1	Cursos	80
4.3.2	Dê uma nota de 1 a 5 para o nível de dificuldade que você encontrou no uso do Kit Educacional, Montagem/Protoboard e Simulação.....	80
4.3.3	Assinale o(s) método(s) que você gostaria que estive(m) presente em um curso sobre microcontroladores	81
4.3.4	Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/ <i>Protoboard</i> e do Simulador?	82
4.3.5	Você tem interesse em aprender sobre microcontroladores?	83
5	DISCUSSÃO	85
6	CONCLUSÃO	88
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	89

1 INTRODUÇÃO

Ao final da primeira metade do século XX, mais precisamente em 1947, nos laboratórios da *Bell Telephone*, os cientistas John Bardeen, Walter Houser Brattain e William Bradford Shockley, inventaram o transistor. Este dispositivo foi apresentado à comunidade em 1948, dando início, assim, à era dos semicondutores (MORIMOTO, 2007, MELCONIAN, 2005, TEXAS, 2016).

A partir da invenção do transistor, começaram a ser criadas técnicas de miniaturização de componentes, propiciando a aceleração de projetos de componentes e equipamentos eletrônicos. O ápice foi atingido em 1958 com a construção do primeiro circuito integrado ou microchip, por Jack S. Kilby da equipe da Texas Instruments, em Dallas, USA. Posteriormente, no final da década de 70, houve o surgimento do primeiro microcontrolador (MORIMOTO, 2007, MELCONIAN, 2005, TEXAS, 2016).

Desde a década de 80, a eletrônica digital tornou-se parte fundamental da vida e do cotidiano da população mundial, uma vez que os microcontroladores se encontram inseridos na maioria dos produtos e equipamentos eletrônicos, dos mais variados tipos, usados na rotina diária. Como exemplo, tem-se *smartphones*, aparelhos eletrônicos domésticos e industriais, automação industrial e sistemas de defesa (MELCONIAN, 2005, TANENBAUM, 2007, SMOLNIKAR e MOHORCIC, 2008).

Um microcontrolador pode ser descrito como um sistema computacional completo, pois possui os circuitos necessários para o desenvolvimento de um sistema digital programável em um único chip. Internamente, possui unidade central de processamento (CPU), memória de acesso randômico (RAM), memória de programa não volátil (EEPROM), portas de entrada/saída (I/O), interrupções, temporizadores (*timers*), entre outros (MIYADAIRA, 2010, MCROBERTS, 2011, SOUZA, 2010a).

Em determinados cursos de educação básica, técnica, tecnológica e superior, existem disciplinas específicas que desenvolvem circuitos e projetos com microcontroladores e/ou disciplinas que utilizam sistemas microcontrolados fabricados para auxiliar no aprendizado e melhorar a compreensão dos conteúdos programáticos (SMOLNIKAR e MOHORCIC, 2008).

Entretanto, a partir de experiências como entusiasta, aluno e docente, foi possível visualizar que as bibliografias sobre o assunto microcontroladores têm um enfoque genérico, uma didática muito técnica, com explicação de funcionalidades e programação sem correlacionamento com situações que possam ser mentalizadas pelo estudante. Estes fatores, muitas vezes, podem acarretar o desinteresse sobre esse tema.

No tocante à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos no ambiente de ensino, não existe uma conclusão padrão acerca do melhor ou mais eficaz método a ser utilizado nas aulas teórico-práticas: o de desenvolver um problema proposto com componentes em uma matriz de contatos (*proto-board*), onde é requerido maior tempo; kits de desenvolvimento, implicando em visualização parcial; ou *software* de simulação, que resulta em uma realidade ausente.

Constatadas as lacunas e dificuldades antes descritas, propõem-se avaliar os recursos didáticos utilizados no ensino de microcontroladores e suas possibilidades de aplicação, fundado em bibliografia, métodos, técnicas didáticas de estudos, questionários e experiências adquiridas pelos pesquisadores, e sugerir alternativas para o ensino de microcontroladores em aulas teórico-práticas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível conceber uma forma de facilitar e padronizar/sugerir alternativas para o ensino de microcontroladores em aulas teórico-práticas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Revisar as tecnologias e métodos de educação empregados atualmente no ensino de microcontroladores.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo pretendido, propõem-se:

- (i) examinar e avaliar as metodologias aplicadas atualmente pelos professores nas disciplinas de ensino de microcontroladores;
- (ii) examinar e avaliar planos de ensino das disciplinas de ensino de microcontroladores;
- (iii) examinar e avaliar projetos pedagógicos de curso que possuam disciplinas de ensino de microcontroladores;
- (iv) aplicar e avaliar os questionários para professores e alunos com perguntas a respeito do ensino de microcontroladores;
- (v) avaliar o procedimento proposto;
- (vi) apresentar os dados analisados.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os microcontroladores hoje contribuem significativamente para o desenvolvimento da sociedade. Eles estão inseridos nas mais diversas formas de produtos e equipamentos.

Nos cursos de educação básica, técnica, tecnológica e superiores, conteúdos curriculares possibilitam aos alunos adquirirem capacidades de desenvolverem circuitos e projetos com microcontroladores e/ou utilizam sistemas microcontrolados para auxiliar no aprendizado e compreensão dos conteúdos programáticos.

Contudo, as bibliografias que tratam do tema são, em sua maioria, muito básicas ou muito avançadas: explicam funcionalidades e programação, mas não as relacionam com áreas e situações específicas. A abordagem é genérica e a didática muito técnica, acarretando, muitas vezes, na dificuldade de aprendizagem e desinteresse do aluno.

Não há uma padronização acerca do que deverá ser usado para o ensino, se é a metodologia *top-down* ou a *bottom-up*, qual microcontrolador, qual o compilador ou ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), nem qual a linguagem de programação.

Em relação à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos no ambiente de ensino, não há um padrão acerca de qual o melhor método a ser utilizado, se é montagem de projeto com componentes em uma matriz de contatos (*protoboard*), a

utilização de conjuntos didáticos de desenvolvimento (kits) ou a utilização de *software* de simulação.

Devido às lacunas observadas, tem-se que é importante uma análise das tecnologias e métodos de ensino empregados atualmente no ensino de microcontroladores, a fim de contribuir para a solução dos problemas apontados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os microcontroladores estão presentes em diversos tipos de aparelhos eletroeletrônicos utilizados no cotidiano e seu estudo torna-se cada vez mais importante. A problemática que se apresenta, contudo, é como fazer para que os alunos se mantenham interessados no tema e efetivamente, consigam apreender e aplicar o seu conteúdo.

Conforme o Instituto Central de Ciências Pedagógicas - ICCP (1988, p. 31) “o ensino é um processo de organização da atividade cognoscitiva”, processo que se manifesta de uma forma bilateral: a aprendizagem, como assimilação do material estudado ou atividade do estudante, e o ensino como direção deste processo ou atividade do professor.

A aprendizagem, por sua vez, é o processo no qual o indivíduo se apropria de informações e conhecimentos que lhe são expostos em razão de sua interação com o meio, como conceitua Oliveira (1993, p. 57):

[a aprendizagem] é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc, a partir de seu contato com a realidade, o meio de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos, [...] e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente (a maturação sexual, por exemplo).

Além da dificuldade intrínseca ao tema, no ensino superior e técnico, os estudantes já possuem um conhecimento sobre conceitos e significados que dispensam o acompanhamento de um pedagogo, como na educação infantil.

Em vista disso, muitos professores optam pela conduta de se apresentar como especialistas no conteúdo a ser ensinado, limitando-se a expor seu conhecimento frente a uma turma de expectadores, que veem, mas nem sempre entendem, o exposto. Ou seja, o processo é quase que unilateral, centrado nos adjetivos do lecionador, “a sua arte é a arte da exposição” (LEGRAND, 1976, p.63).

Em contraponto, existem professores dedicados à arte de ensinar, que atuam como facilitadores da aprendizagem, focados no progresso dos alunos e apreensão do todo ensinado, incentivando a expressão de ideias e desenvolvimento de novas ideias sobre um mesmo assunto (ROGERS 1902, 1987). Neste contexto, educar

deixa de ser a “arte de introduzir ideia na cabeça das pessoas, mas de fazer brotar ideias” (WERNER e BOWER, 1984, p. 1-15).

Segundo o psicólogo norte-americano Ausubel (2006), para que a aprendizagem seja significativa é necessário entender a participação e a importância das estruturas mentais no processo de ensino e aprendizagem, e os conteúdos devem ser modificados individualmente, contextualizados e ter significado para o aluno.

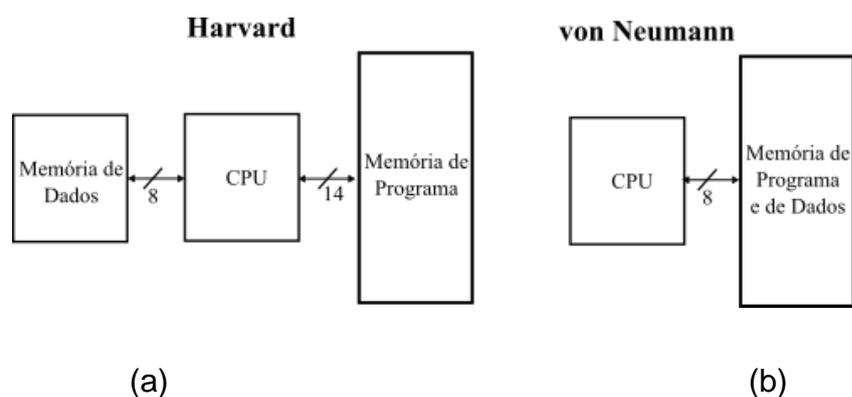
Em relação ao ensino de microcontroladores, é preciso ampliar essa linha de visão e buscar processos que permitam a verificação acerca do quão efetivamente o que está sendo ensinado, está sendo aprendido, desde os conceitos mais básicos.

Neste viés, tem-se que os microcontroladores utilizam duas arquiteturas internas de máquina: a arquitetura Harvard e a arquitetura de Von Neumann, conforme pode ser observado na Figura 1 a seguir.

Na primeira, do tipo Harvard, Figura 1(a), a CPU é interligada por dois barramentos às memórias, uma para dados e outra para instruções. Esta é a utilizada, por exemplo, nos microcontroladores PIC e nas placas Arduino, onde o barramento de dados é de 8 bits e o de instruções pode ser de 12 a 32 bits (TANENBAUM, 2007, MCROBERTS, 2011, SOUZA, 2010a).

Já a segunda, na Figura 1(b), a CPU é interligada por um único barramento à memória, a qual é única para armazenar os dados e as instruções (TANENBAUM, 2007, MCROBERTS, 2011, SOUZA, 2010a).

Figura 1 – Arquiteturas de microcontroladores: (a) Harvard e (b) von Neumann.



Os microcontroladores possuem os circuitos necessários para o desenvolvimento de um sistema digital programável em um único chip. Isso permite dizer que são como um "computador em um chip", guardando as devidas proporcionalidades. No Quadro 1, apresentam-se alguns fabricantes de microcontroladores e alguns de seus produtos.

Quadro 1 – Fabricantes de microcontroladores.

FABRICANTE	PRODUTO
Microchip Technology	Famílias PIC 10, 12, 16, 18, 24, 30, 32, 33
Texas Instruments	MSP430F1x, MSP430F2x/4x, MSP430FRxx FRAM, MSP430G2x/i2x, MSP430L09x, MSP430F5x/6x, MSP432P4x
Atmel Corporation	Séries ATmega (usados nas placas Arduino), Atmel AT91, AT90, ATTiny, Atmel AT89

Fonte: (ATMEL, 2015, MICROCHIP, 2016, TEXAS, 2015).

Sobre as famílias de microcontroladores, existem vários tipos, com diferentes funcionalidades, capacidades, dimensões e preços, cabendo ao projetista escolher qual o mais adequado ao seu projeto.

Para programar um deles, pode-se utilizar diferentes linguagens de programação, conforme o interesse e aptidão. Por exemplo, pode ser a Assembly, que é uma linguagem de baixo nível, complexa e que pode tornar a programação demorada, ou uma linguagem de alto nível, como a linguagem C ANSY, que é a mais usada atualmente, devido à sua eficiência e facilidade de programação, o que simplifica o processo de programar, desenvolver e fazer as posteriores manutenções (MIYADAIRA, 2010, SIMPLICIO, 2010, SMOLNIKAR e MOHORCIC, 2008).

Com o intuito de agilizar o trabalho de desenvolvedores, algumas empresas criaram ambientes de programação e desenvolvimento constituídos de compiladores, *debuggers*, simuladores, entre outros. Dentro da linguagem de programação C ANSY, pode-se citar algumas empresas e seus respectivos *softwares*, como por exemplo, a americana Custom Computer Services e o PCWH IDE Compiler for Microchip, a servia MikroElektronika e o compilador mikroC, e a

americana Microchip Technology Inc e a suíte de programação MPLAB, a qual possui compiladores, *debuggers* e a opção de integração com os compiladores citados anteriormente (BREIJO, 2008, SIMPLICIO, 2010, MICROCHIP, 2016).

Para a aplicação da teoria em atividades práticas, é possível fazer uso de ambientes de simulação virtual, dentre os quais destaca-se o Proteus, o qual é uma suíte de simulação de circuitos eletrônicos digitais e analógicos e também inclui microcontroladores. É desenvolvido pela empresa britânica Labcenter Eletrônica e possui duas *interfaces*, uma para simulação e criação de *layouts* de circuitos eletrônicos, o ISIS, e outra para projetos de circuito impresso, o ARES (BREIJO, 2008, SOUZA, 2010b).

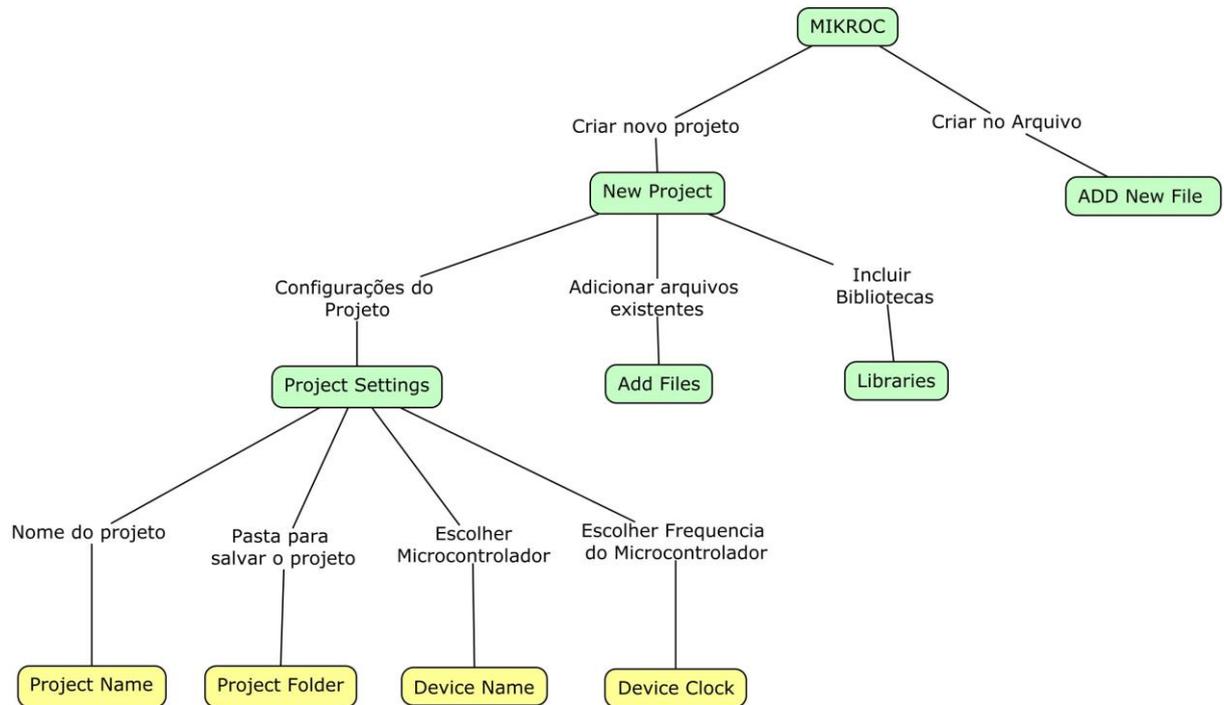
De outro lado, para levar a teoria ao ambiente físico, podem ser utilizados os *kits* didáticos, que trazem todos os componentes montados e interligados em um único equipamento. Cita-se como exemplo de kit didático o XM118, fabricado pela empresa brasileira Exsto Tecnologia, que é empregado nas aulas práticas de microcontroladores do Colégio Técnico de Santa Maria (CTISM). A *protoboard*, também conhecida como matriz de contatos ou placa de ensaio, proporciona a montagem e a interligação dos componentes de maneira individual.

A decisão de aplicação de um ou outro método está intrinsecamente ligada ao professor da matéria. Todavia, mesmo no caso dos professores facilitadores de aprendizagem, ante a ausência de bibliografia ou material de apoio adequado, nem sempre é possível implementar o processo de ensino e aprendizagem sobre microcontroladores de forma satisfatória, lacuna na qual se insere a importância deste trabalho.

2.1 MIKROC PRO FOR PIC

O compilador mikroC PRO for PIC da MikroElektronika, foi criado para o desenvolvimento de códigos nos microcontroladores da família PIC, fabricados pela empresa Microchip. Ele utiliza a linguagem de programação C ANSI, possui bibliotecas de *hardware* e *software*, arquivos de ajuda e um IDE intuitivo, o que facilita o trabalho do programador (Figura 2) (BREIJO, 2008, SIMPLICIO, 2010, MIKROE, 2016).

Figura 2 – IDE MikroC: (a) Mapa conceitual e (b) início da programação.



(a)

```

• void main() {
2
• }
•
  
```

A imagem (b) mostra uma captura de tela do editor de código do IDE MikroC. O código exibido é: `void main() {` na primeira linha, `2` na segunda linha, e `}` na terceira linha. Há pontos de lista à esquerda de cada linha de código.

(b)

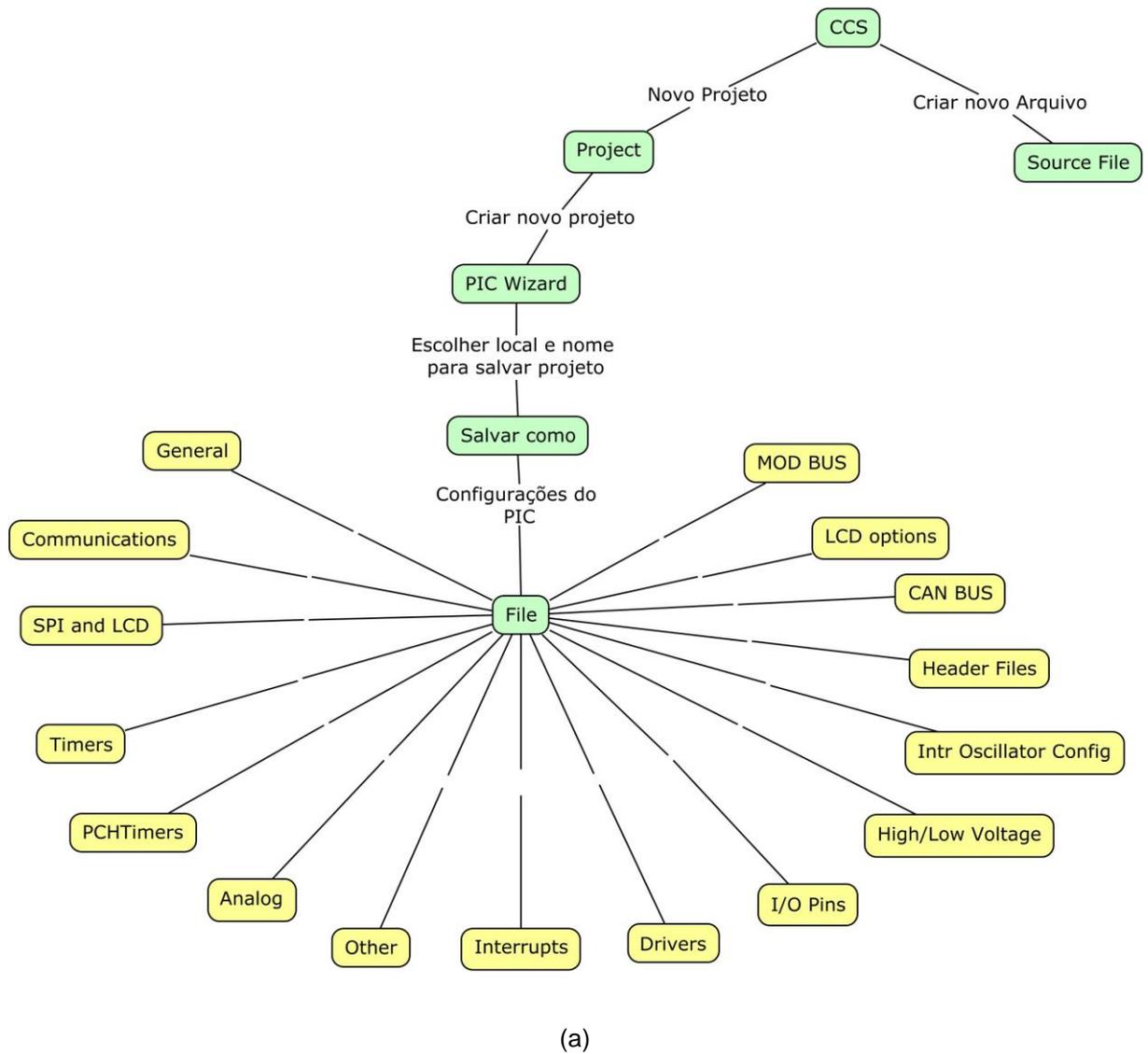
Fonte: Autores.

2.2 PCWH IDE COMPILER FOR MICROCHIP

O PCWH IDE Compiler for Microchip PIC, desenvolvido pela CCS, é uma suíte completa de ferramentas integradas para o desenvolvimento e depuração de aplicações para os microcontroladores da família PIC da Microchip. A linguagem de programação usada é a C ANSI e ela inclui uma IDE para gerenciamento de projetos, um editor C sensível a contexto, ferramentas para desenvolvimento e depurador em tempo real (Figura 3). O compilador PCWH suporta as famílias de

microcontroladores PIC10, PIC12, PIC16 e PIC18 (BREIJO, 2008, CCS, 2016, MICROCHIP, 2016).

Figura 3 – PCWH IDE Compiler for Microchip: (a) Mapa conceitual e (b) início da programação.



```

1  #include "A:\CCS\PIC18F4550.h"
2
3
4  void main()
5  {
6
7      setup_adc_ports(NO_ANALOGS|VSS_VDD);
8      setup_adc(ADC_OFF);
9      setup_psp(PSP_DISABLED);
10     setup_spi(FALSE);
11     setup_wdt(WDT_OFF);
12     setup_timer_0(RTCC_INTERNAL);
13     setup_timer_1(T1_DISABLED);
14     setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
15     setup_timer_3(T3_DISABLED|T3_DIV_BY_1);
16     setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
17     setup_vref(FALSE);
18     setup_oscillator(False);
19
20     // TODO: USER CODE!!
21
22 }

```

(b)

Fonte: Autores.

2.3 MPLAB X IDE

O MPLAB X IDE é desenvolvido e fornecido gratuitamente pela empresa Microchip Technology Inc., também fabricante da família de microcontroladores PIC. É baseado no código fonte aberto da IDE do NetBeans da Oracle e integra num único ambiente o gerenciador de projetos, o editor de programa fonte, o compilador, o simulador, o emulador e quando conectado às ferramentas da Microchip, também integra o gravador do PIC, facilitando assim o trabalho do programador. É um *software* para computador pessoal (PC), desenvolvido para executar nas plataformas Windows, Mac OS ou Linux (BREIJO, 2008, SIMPLICIO, 2010, MICROCHIP, 2016).

Para gerar os códigos, a linguagem de programação utilizada pode ser o Assembly, C, C++ ou podem ser instalados outros compiladores para trabalharem em conjunto com o MPLAB, como por exemplo, o PCWH IDE Compiler, o PICC Lite, o C18, o C32, entre outros (Figura 4). Cada compilador possui suas particularidades, como por exemplo, na forma de configurar os registradores, acessar os periféricos do microcontrolador ou nas suas bibliotecas (BREIJO, 2008, SIMPLICIO, 2010, MICROCHIP, 2016).

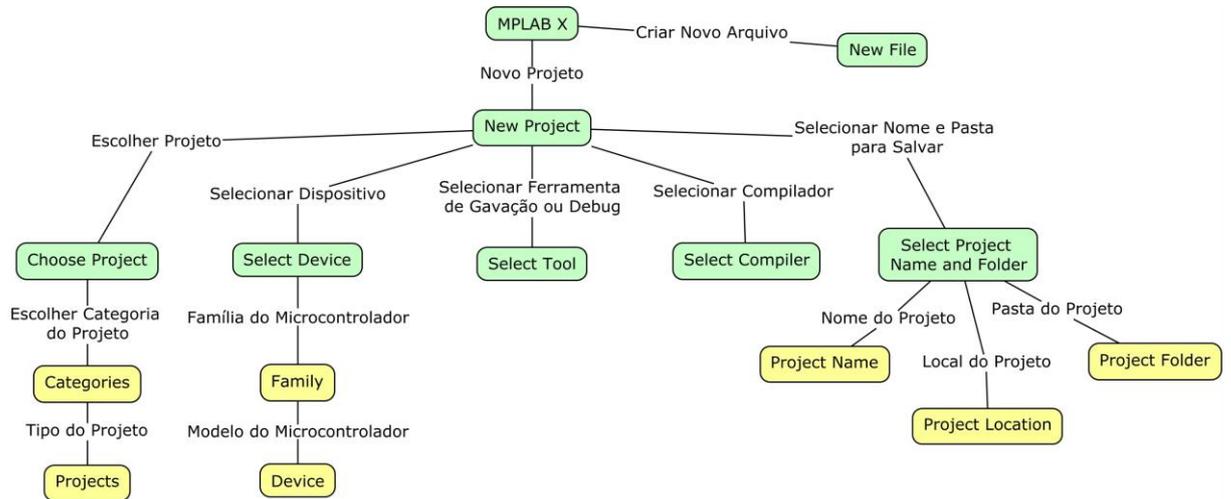
Figura 4 – MPLAB X IDE: (a) Início de programação e (b) mapa conceitual

```

1  /*****
2  /* Files to Include
3  /*****
4
5  #if defined(__XC)
6     #include <xc.h>          /* XC8 General Include File */
7  #elif defined(HI_TECH_C)
8     #include <htc.h>       /* HiTech General Include File */
9  #elif defined(__18CXX)
10    #include <p18cxxx.h>    /* C18 General Include File */
11  #endif
12
13 #if defined(__XC) || defined(HI_TECH_C)
14
15 #include <stdint.h>        /* For uint8_t definition */
16 #include <stdbool.h>      /* For true/false definition */
17
18 #endif
19
20 #include "system.h"       /* System funct/params, like osc/peripheral config */
21 #include "user.h"         /* User funct/params, such as InitApp */
22
23 /*****
24 /* User Global Variable Declaration
25 /*****
26
27 /* i.e. uint8_t <variable_name>; */
28
29 /*****
30 /* Main Program
31 /*****
32
33 void main(void)
34 {
35     /* Configure the oscillator for the device */
36     ConfigureOscillator();
37
38     /* Initialize I/O and Peripherals for application */
39     InitApp();
40
41     /* TODO <INSERT USER APPLICATION CODE HERE> */
42
43     while (1)
44     {
45
46     }
47
48 }

```

(b)



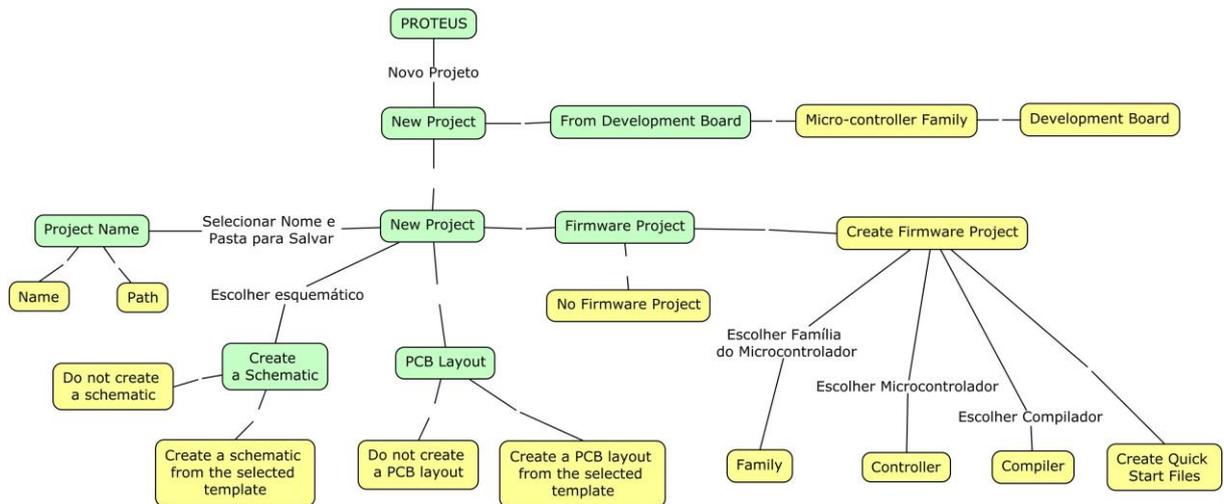
(a)

Fonte: Autores.

2.4 PROTEUS DESIGN SUITE 8

A suíte de simulação de circuitos eletrônicos digitais e analógicos Proteus Design Suite 8, desenvolvida pela empresa Labcenter Eletrônica, possibilita a simulação de vários circuitos elétricos e eletrônicos, o qual inclui-se os microcontroladores (Figura 5). Ela possui duas interfaces, uma para simulação e criação de *layouts* de circuitos eletrônicos, o ISIS, e outra para projeto de circuito impresso, o ARES (BREIJO, 2008, LABCENTER, 2016, SOUZA, 2010) (b).

Figura 5 – Proteus Design Suite 8: (a) Mapa conceitual e (b) início de programação.



(a)

```

1  /* Main.c file generated by New Project wizard
2  *
3  * Created:   seg mar 6 2016
4  * Processor: PIC18F4550
5  * Compiler:  CCS for PIC
6  */
7
8  #include <18F4550.h>
9
10 int main (void)
11 {
12     // Write your code here
13     while (1)
14         ;
15     return 0;
16 }
17

```

(b)

Fonte: Autores.

2.5 IDE ARDUINO

A IDE de programação Arduino (Figura 6) é baseada em Wiring¹ e Processing². É *open-source*, multiplataforma e foi desenvolvida em Java com bibliotecas em C/C++. Ela pode ser obtida através do site oficial Arduino, mas há também outras opções para a programação da placa Arduino, entre as quais podem

¹ Wiring é um *framework* de programação *open-source* para microcontroladores (BARRAGÁN *et al.*, 2016).

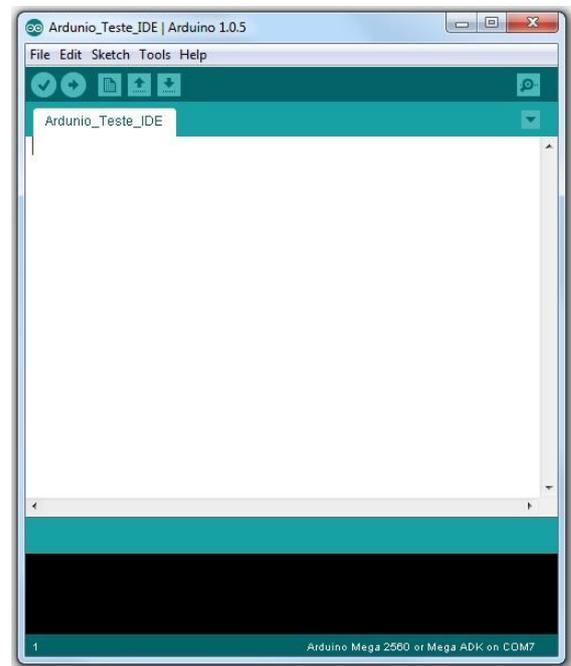
² Processing é uma linguagem de programação *open-source* e um ambiente de desenvolvimento integrado (FRY e REAS, 2016).

ser citadas a AVR Studio, AVR reta C, C++ (com avr-gcc e avrdude) (ARDUINO, 2016).

Figura 6 – IDE oficial Arduino: (a) Mapa conceitual e (b) início de programação.



(a)



(b)

Fonte: Autores.

2.6 KIT EDUCACIONAL

Os kits educacionais possuem em um só lugar, diversos componentes eletrônicos ligados a um microcontrolador. Alguns fabricantes fornecem apostila, roteiros de experiências, programas exemplos e guia rápido para o uso pelos alunos.

Um desses fabricantes é a empresa brasileira Exsto Tecnologia, que tem uma linha específica para o ensino de microcontroladores e microprocessadores. Atualmente, ela trabalha com microcontroladores de 8 bits da família PIC18F, microcontroladores de 8 bits 8031 e 8051, e os avançados microprocessadores de 32 bits ARM (Figura 7) (EXSTO, 2016).

Figura 7 – Kits educacionais microcontrolados da empresa Exsto.

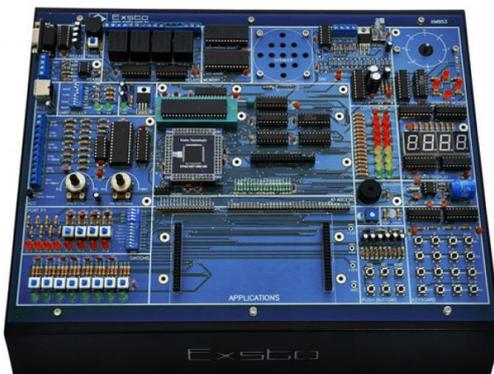
XM118 – PIC18F



XM852 – 8051



XM853 – 89S52



XM700 – ARM7 (Cortex-M3)



Fonte: (EXSTO, 2016).

Kato (2013) desenvolveu, na disciplina de Laboratório de Microcontroladores e Aplicações do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, um kit didático baseado na família de microcontroladores Intel 8051. Esse kit era composto de microcontrolador Intel 8051, placa perfurada, diodos emissores de luz (LEDs), teclado básico formado por botões de pulso, potenciômetro, *display* de cristal líquido (LCD), conversor ADC0808 e componentes eletrônicos básicos.

Para auxiliar em seu trabalho, Kato (2013) efetuou uma revisão bibliográfica e citou alguns autores e artigos descritos a seguir. Hamrita *et al.* (2005) descreve a utilização de placas montadas com os microcontroladores da Motorola 68HC11 nas

disciplinas de introdução aos microcontroladores e microcontroladores avançados. Ma *et al.* (2010) desenvolveram um kit didático baseado em microcontrolador AVR ATmega de baixo custo para ser utilizado no curso de graduação em Engenharia Mecânica. O kit consistia em *display* de sete segmentos, *display* LCD, teclado básico formado por botões de pulso, comunicação serial, barra com oito LEDs e componentes eletrônicos básicos.

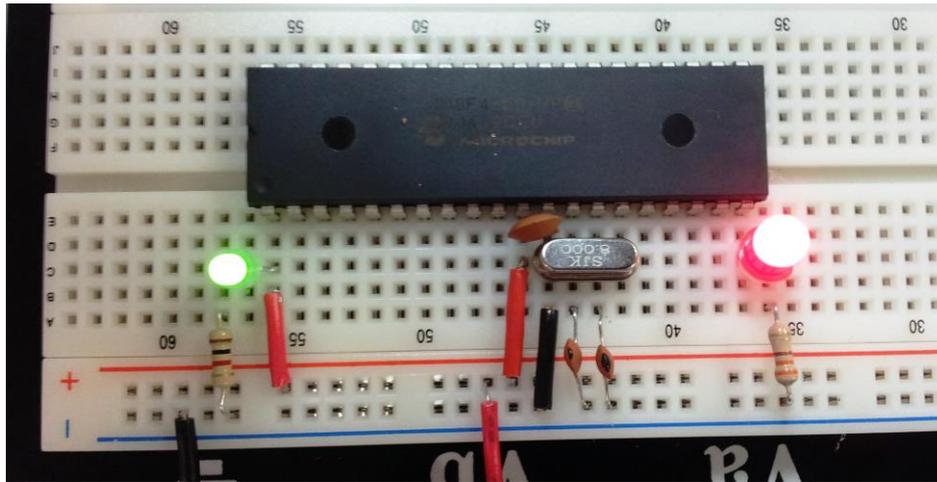
Choi (2008) descreve que no ensino de microcontroladores do curso de Engenharia Elétrica da Universidade North Florida, nos EUA, utilizam uma placa de desenvolvimento CSM-12C32 da Axiom Manufacturing, equipada com microcontrolador MC9S12C32 da Freescale e utilizam uma *protoboard* para montagem de projetos com interruptores, LEDs, LCD, entre outros.

Ferlin e Pilla Jr. (2004) descrevem que, na disciplina de Microprocessador do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Positivo – UnicenP, utilizam na montagem de projetos microcontroladores baseados na família do microcontrolador 8051 da Intel, LCD, botões, LEDs, memória RAM externa, interface serial, conversor analógico digital e digital analógico.

2.7 PROTOBOARD

A *protoboard*, também conhecida como matriz de contatos, placa de ensaio ou *breadboard*, proporciona a montagem e interligação dos componentes de maneira individual, o que traz um maior contato e visualização das ligações dos componentes (Figura 8) (MEKONNEN, 2014).

Figura 8 – *Protoboard* montada com microcontrolador PIC18F4550 controlando um LED vermelho.



Fonte: Autores.

2.8 MÉTODO DE ENSINO TOP-DOWN

A metodologia de ensino mais utilizada nas salas de aula é a da teoria primeiro, seguida pela prática, *bottom-up*, dita “de baixo para cima”. A metodologia de ensino *top-down*, que significa “de cima para baixo”, sugere uma inversão nesta forma.

Andrades *et al.* (2013) defendem que a metodologia *top-down* deve ser tratada como um complemento de métodos e não como um método único e absoluto. Afirma inexistir somente um caminho para a prática docente, que as situações são variadas, e, portanto, deve-se analisar o contexto, já que a metodologia permite maior flexibilidade e adaptabilidade. Descrevem a aplicação desse método no ensino de microcontroladores da família PIC em um curso técnico da rede Fundação de Apoio à Escola Técnica (FAETEC-RJ), baseado na experiência e aplicações da proposta pelos professores do CEFET-RJ, e apresentada no COBENGE 2006. Citam ainda, que essa metodologia é encontrada em outros países, como descrito abaixo:

o Departamento de Engenharia Eletrônica e Elétrica da University of Bath, Reino Unido, aplicando novas formas de ensino mais contextualizadas, atendendo às habilidades requeridas pelo atual mercado; o Departamento de Eletrônica de l'IUFM (L'Institut Universitaire de Formation des Maîtres Midi-Pyrénées), região dos médios Pirineus, sudoeste da França, adotando uma abordagem sistêmica para a formação dos professores que ensinam eletrônica nos liceus técnicos e profissionais; e Sanderson (1988) que fez uma proposta de aplicação da abordagem *top-down* ao DeVry Institutes of

Technology para uso em seu currículo técnico de eletrônica para o estudo de dispositivos semicondutores. A proposta foi aceita e aplicada em nível nacional, obtendo excepcionais resultados dos graduados no tocante à adaptação a novos e diferentes sistemas.

2.9 PLANOS DE ENSINO E PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSO

As instituições de ensino técnico e superior ofertam variados cursos, cujos conteúdos são organizados em disciplinas. Cada disciplina possui um plano de ensino, também chamado de programa da disciplina, que é um documento elaborado e planejado pelo professor, seguindo o plano pedagógico do curso ou instituição, que norteará o trabalho docente, facilitando o acompanhamento da disciplina pelos alunos (ANASTASIOU e ALAVES, 2009, GIL, 2012, SPUDEIT, 2014).

Segundo Libâneo (2001), define-se plano de ensino como uma ferramenta de organização dos conhecimentos, atividades e metodologias que se pretende realizar em uma determinada aula, visando alcançar objetivos junto aos educandos. O plano de ensino é composto por informações relevantes para o desenvolvimento das atividades, como objetivos, conteúdos programáticos, avaliações, metodologia, bibliografia básica e complementar, entre outras. Não há um documento modelo absoluto, mas se deve seguir uma sequência coerente e apresentar os elementos necessários para o processo de ensino e aprendizagem (GIL, 2012, LIBÂNEO 2001, SPUDEIT, 2014).

Para sua elaboração, Spudeit (2014) cita que “os professores precisam considerar o conhecimento do mundo, o perfil dos alunos e o projeto pedagógico da instituição, para então tratar [dos] elementos que constituem o plano de ensino”. É preciso também, segundo Sant’anna *et al.* (1995) e Rezende (2016), o conhecimento de que o processo de ensino e aprendizagem é composto de uma sequência de cinco etapas, que se inicia com a preparação e apresentação dos objetivos, conteúdos e tarefas; desenvolvimento da nova matéria; consolidação (fixação, exercícios, recapitulação, sistematização); síntese integradora e aplicação; e a avaliação. Para Padilha (2001) e Rezende (2016), a elaboração do plano deve seguir seis passos, que são a determinação dos objetivos; seleção e organização dos conteúdos; análise da metodologia de ensino e dos procedimentos adequados;

seleção de recursos tecnológicos; organização das formas de avaliação; e estruturação do plano de ensino.

2.9.1 Planos de ensino

Os planos de ensino apresentados a seguir pertencem a diferentes instituições de ensino que ofertam cursos técnico, tecnológico e superior, e foram obtidos através de buscas e pesquisa efetuadas nos *websites* das instituições.

Universidade Federal de Santa Maria:

a) Colégio Técnico Industrial:

- curso Técnico Subsequente em Eletrônica, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 72 h. Estuda microcontroladores da família PIC18. Linguagem de programação Assembly e C. Kit didático XM118 - PIC18F EXSTO. Montagem em Protoboard. Compilador mikroC. Simulador Proteus (CTISM, 2017a);
- curso Técnico Subsequente em Automação Industrial, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 72 h. Estuda microcontroladores da família PIC18. Linguagem de programação Assembly e C. Kit didático XM118 - PIC18F EXSTO. Montagem em Protoboard. Compilador mikroC. Simulador Proteus (CTISM, 2017b);
- curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial, disciplina Microcontroladores I, com carga horária de 75 h. Estuda microcontroladores da família PIC18. Linguagem de programação C. Kit didático XM118 - PIC18F EXSTO. Montagem em Protoboard. Compilador mikroC. Simulador Proteus (CTISM, 2017c);
- curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial, disciplina Microcontroladores II, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores ARM e da família PIC18. Linguagem de programação C. Kit didático XM118 - PIC18F EXSTO. Montagem em Protoboard. Compilador mikroC. Simulador Proteus (CTISM, 2017d).

Universidade Estadual Paulista:

a) Campus Experimental de Sorocaba:

- curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina Sistemas Microprocessados II, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 60 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação Assembly (UNESP, 2017a);
- curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina Sistemas Microprocessados I, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 60 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação Assembly, kit didático SDM 9431 da Datapool, Protoboard (UNESP, 2017b).

Universidade Federal de Goiás:

a) Campus Goiânia:

- curso de Engenharia Elétrica, disciplina de Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC e microprocessadores 8085, 8086, 8088, linguagem de programação Assembly (UFG, 2016a);
- curso de Engenharia Elétrica, disciplina de Laboratório de Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 8 h. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação Assembly, kit didático (UFG, 2016b).

Universidade Federal de Santa Catarina:

a) Campus Florianópolis:

- curso de Engenharia Eletrônica, disciplina de Microprocessadores, com carga horária de 72 h. Estuda microcontroladores ARM e da família 8051, linguagem de programação Assembly e C (UFSC, 2017 a);
- curso de Engenharia Elétrica, disciplina de Microprocessadores, com carga horária de 72 h. Estuda microcontroladores ARM e da família 8051, linguagem de programação Assembly e C (UFSC, 2017b).

b) Campus Araranguá:

- curso de Engenharia de Computação, disciplina de Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas, intercaladas na semana. Estuda microcontroladores da família PIC, linguagem de programação Assembly e C, simulador Proteus (UFSC, 2016c).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul:

a) Campus Camaquã:

- curso Técnico em Automação Industrial, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 120 h. Estuda microcontroladores família PIC18 e Arduino, linguagem de programação C e C++, IDE MPLAB (IFRS, 2017a).

b) Campus Farroupilha:

- curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC16F628A, linguagem de programação Assembly e C (IFRS, 2017b);
- curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina de Projeto de Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC16F628A, linguagem de programação Assembly e C (IFRS, 2017b).

c) Campus Restinga - Porto Alegre:

- curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 67 h. Estuda microcontroladores da família PIC e 8051 (família AT89S8252 ATMEL). Linguagem de programação Assembly e C. Kit didático para microcontrolador PIC18F e microcontrolador Arduino Uno. Montagem Protoboard (IFRS, 2017c);
- Curso Técnico em Eletrônica, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 67 h. Estuda

microcontroladores da família PIC e 8055. Linguagem de programação Assembly (IFRS, 2017d).

Universidade Federal do Pampa:

a) Campus Alegrete:

- curso de Engenharia de Telecomunicações, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC16F877A, linguagem de programação Assembly (UNIPAMPA, 2017a);
- curso de Engenharia Elétrica, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC, linguagem de programação Assembly (UNIPAMPA, 2017b);
- curso de Ciência da Computação, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC, linguagem de programação Assembly (UNIPAMPA, 2017c).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina:

a) Campus São José:

- curso de Engenharia de Telecomunicações, disciplina de Microprocessadores, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação C (IFSC, 2017a).

Instituto Federal de Educação do Tocantins:

a) Campus Palmas:

- curso Superior de Tecnologia em Sistemas Elétricos, disciplina Eletrônica Digital e Microcontroladores, com carga horária de 100 h. A carga horária foi dividida em 70 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC, linguagem de programação C (IFT, 2017a).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense:

a) Campi Campos dos Goytacazes – RJ:

- curso Engenharia de Controle e Automação, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 80 h. Estuda o microprocessador 8086 e microcontroladores da família PIC16F877. Linguagem de programação Assembly e C (IFRJ, 2017a).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba:

a) Campus João Pessoa:

- curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 83 h. A carga horária foi dividida em 3 h de atividades teóricas, 30 h de atividades práticas e 50 h de atividades teóricas/práticas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação C, Montagem em Protoboard, Simulador (IFPB, 2017a).

b) Campus Cajazeiras:

- curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 83 h. Estuda microcontroladores da família PIC16F877A. Linguagem de programação C, Montagem em Protoboard (IFPB, 2017b).

Universidade Federal de Lavras:

- a) Curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina Introdução aos Sistemas Embarcados e Microcontroladores, com carga horária de 68 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas e 34 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (UFL, 2017).

Universidade do Planalto Catarinense:

a) Campus Lages:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microprocessadores/ Microcontroladores, com carga horária de 108 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação

Assembly e C. Kit didático microcontrolador PIC18f4520 (UNIPLAC, 2017a);

- curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C. Kit didático microcontrolador PIC (UNIPLAC, 2017b).

Universidade Tecnológica Federal do Paraná:

a) Campus Curitiba:

- curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrônica/Telecomunicações, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 60 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação Assembly, Kit didático P52 (UTFPR, 2017a);
- curso de Engenharia de Computação, disciplina de Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 28 h de atividades teóricas e 32 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação C, Kit didático P52 (UTFPR, 2017b).
- curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 80 h. Estuda microcontroladores ATmega328. Linguagem de programação C (UTFPR, 2017c).
- curso Engenharia de Controle e Automação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017d).
- curso Engenharia Elétrica, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda

microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017e).

- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 60 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC. Linguagem de programação Assembly (UTFPR, 2017f).

b) Campus Campo Mourão:

- curso Ciência da Computação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 34 h de atividades práticas e 4 h de atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017g);
- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 60 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação Assembly (UTFPR, 2017h).

c) Campus Cornélio Procopio:

- curso Engenharia de Computação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC18F4550. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017i);
- curso Engenharia de Controle e Automação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017j);
- curso Engenharia Elétrica, disciplina Sistemas Microcontrolados com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 30 h de atividades teóricas e 30 h de atividades práticas. Estuda

microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017l).

d) Campus Medianeira:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 34 h de atividades práticas e 4 h atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família PIC e ARM. Linguagem de programação Assembly e C. MPLAB-IDE, Compilador XC8 (UTFPR, 2017m).

e) Campus Pato Branco:

- curso Engenharia de Computação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 34 h de atividades práticas e 4 h de atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família MSP430, PIC e ARM. Linguagem de programação Assembly. Kit MSP430 e simulação Code Composer (UTFPR, 2017n);
- curso Engenharia Elétrica, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 90 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 51 h de atividades práticas e 5 h de atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família MSP430, PIC e ARM. Linguagem de programação Assembly. Kit MSP430 e simulação Code Composer (UTFPR, 2017o).

f) Campus Ponta Grossa:

- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 108 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 68 h de atividades práticas e 6 h de atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C. Kit didático PIC Genios (UTFPR, 2017p);
- curso Ciência da Computação, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 60 h. A carga horária foi dividida em 28 h de atividades teóricas, 28 h de atividades práticas e 4 h de atividades

práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly (UTFPR, 2017q);

- curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Sistemas Microprocessador, com carga horária de 112 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly. (UTFPR, 2017r).

g) Campus Toledo:

- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 108 h. A carga horária foi dividida em 34 h de atividades teóricas, 68 h de atividades práticas e 6 h de atividades práticas supervisionadas. Estuda microcontroladores da família PIC18F877. Linguagem de programação Assembly e C (UTFPR, 2017s).

Anhanguera Educacional:

a) Campus Ribeirão Preto/SP:

- curso de Engenharia Elétrica, disciplina de Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família 8051, linguagem de programação Assembly (AE, 2017).

ETEC, Centro Paula Souza – SP:

- a) Habilitação Profissional Técnico Integrado em Automação Industrial, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 82 h. A carga horária foi dividida em 14 h de atividades teóricas, 6 h de atividades práticas e 58 h de atividades teóricas/práticas. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC16F, linguagem de programação Assembly e C (ETEC, 2016).

2.9.2 Projetos Pedagógicos de Curso

Os projetos pedagógicos de curso apresentados a seguir pertencem a instituições de ensino técnico, tecnológico e superior, e foram obtidos através de buscas e pesquisa efetuadas nos *websites* das instituições.

Universidade Federal de Santa Catarina:

a) Campus Joinville:

- curso de Engenharia Mecatrônica, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 54 h. Estuda microcontroladores da família ARM, linguagem de programação Assembly e C (UFSC, 2016d).
- curso de Engenharia Aeroespacial, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 54 h. Estuda microcontroladores da família ARM, linguagem de programação Assembly e C (UFSC, 2016e).

Universidade Federal de Pelotas:

- a) curso de Ciência da Computação, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 68 h. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC, linguagem de programação Assembly e C (UFPeI, 2017a).
- b) curso de Engenharia de Computação, disciplina de Microprocessadores, com carga horária de 68 h. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC, linguagem de programação Assembly e C (UFPeI, 2017b).
- c) curso de Engenharia Eletrônica, disciplina de Microprocessadores, com carga horária de 68 h. A carga horária foi dividida em 51 h de atividades teóricas e 17 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC, linguagem de programação Assembly e C (UFPeI, 2017c).
- d) curso de Engenharia de Controle e Automação, disciplina de Microcontroladores, com carga horária de 68 h. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC, linguagem de programação Assembly e C (UFPeI, 2017d).

Instituto Federal do Paraná:

a) Campus Curitiba:

- curso Técnico Subsequente em Telecomunicações, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 67 h. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação Assembly (IFPR, 2017a);

- curso Técnico Integrado em Eletrônica, disciplina Microprocessadores e Microcontroladores, com carga horaria de 134 h. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação Assembly e C (IFPR, 2017b).

b) Campus Telêmaco Barbosa:

- curso Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horaria de 67 h. Estuda microcontroladores família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (IFPR, 2017c);
- curso Técnico Integrado em Automação Industrial, disciplina Microcontroladores e Microprocessadores, com carga horaria de 100 h. Estuda microcontroladores família PIC e 8051. Linguagem de programação Assembly e C (IFPR, 2017d).

Instituto Federal de Santa Catarina:

a) Campus Chapecó:

- curso Engenharia de Controle e Automação, disciplina Microcontroladores, com carga horaria de 80 h. Estuda microcontroladores família PIC e 8051. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017b).

b) Campus Criciúma:

- curso Engenharia Mecatrônica, disciplina Eletrônica Digital II, com carga horaria de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família AVR. Linguagem de programação C (IFSC, 2017c).

c) Campus Florianópolis:

- curso Técnico Integrado em Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horaria de 80 h. Estuda microcontroladores família AVR e Arduino. Linguagem de programação C (IFSC, 2017d);
- curso Técnico Subsequente em Eletrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horaria de 80 h. Estuda

microcontroladores família AVR e Arduino. Linguagem de programação C (IFPR, 2017e);

- curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 80 h. Estuda microcontroladores da família PIC, AVR e 8051. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017f);
- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microprocessadores com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores família 8051. Linguagem de programação Assembly (IFSC, 2017g);
- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores I, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051, AVR e Arduino. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017g);
- curso Engenharia Eletrônica, disciplina Microcontroladores II, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família ARM. Linguagem de programação Assembly (IFSC, 2017g);
- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microprocessadores I, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores família AVR e Arduino. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017h);
- curso Engenharia Mecatrônica, disciplina Eletrônica Digital II, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 54 h de atividades teóricas e 18 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores família AVR e Arduino. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017i).

d) Campus Itajaí:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microcontroladores I com carga horária de 100 h. A carga horária foi dividida em 40 h de atividades

teóricas e 60 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família AVR e Arduino. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017j).

e) Campus Jaraguá do Sul:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microprocessadores I, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação Assembly (IFSC, 2017l).

f) Campus Joinville:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microcontroladores I, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família AVR e Arduino. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017m).

g) Campus Lages:

- curso Técnico Subsequente Mecatrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (IFSC, 2017n).

h) Campus São José:

- curso Engenharia de Telecomunicações, disciplina Microprocessadores, com carga horária de 72 h. A carga horária foi dividida em 36 h de atividades teóricas e 36 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família 8051. Linguagem de programação C (IFSC, 2017o).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul:

a) Campus Rio Grande:

- curso Técnico em Automação Industrial, disciplina Eletrônica Digital, com carga horária de 74 h. Estuda microcontroladores da família 8051 e PIC. Linguagem de programação C (IFRS, 2017e).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais:

a) Campus Ouro Preto:

- curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, disciplina Projetos de Automação, com carga horária de 133 h. A carga horária foi dividida em 66,5 h de atividades teóricas e 66,5 h de atividades práticas. Estuda placas microcontroladas Arduino. Linguagem de programação C (IFMG, 2017);
- curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, disciplina Eletrônica Digital II, com carga horária de 67 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly (IFMG, 2017).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte:

a) Campus Ceará-Mirim:

- curso Técnico Subsequente em Equipamentos Biomédicos, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC e placas Arduino. Linguagem de programação C, kit didático microcontrolador PIC e Arduino. Simulador Proteus (IFRN, 2017a);
- curso Técnico Integrado em Equipamentos Biomédicos, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC e placas Arduino. Linguagem de programação C, kit didático microcontrolador PIC e Arduino. Simulador Proteus (IFRN, 2017a).

b) Campus Natal Central:

- curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação Assembly e C (IFRN, 2017b).

c) Campus Parnamirim:

- curso Técnico Subsequente em Mecatrônica, disciplina Projetos de Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 90 h. Estuda microcontroladores da família PIC, 8051 e ARM. Linguagem de programação Assembly e C (IFRN, 2017c);

- curso Técnico Integrado em Mecatrônica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 60 h. Estuda microcontroladores da família PIC, 8051 e ARM. Linguagem de programação Assembly e C (IFRN, 2017d).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba:

a) Campus João Pessoa:

- curso Engenharia Elétrica, disciplina Microcontroladores, com carga horária de 67 h. Estuda microcontroladores da família PIC. Linguagem de programação C (IFPB, 2017c).

Instituto Federal de Educação do Tocantins:

a) Campus Palmas:

- curso de Engenharia Elétrica, disciplina Sistemas Microcontrolados, com carga horária de 80 h. A carga horária foi dividida em 40 h de atividades teóricas e 40 h de atividades práticas. Estuda microcontroladores da família PIC, linguagem de programação C, Kit microcontrolador PIC16F877A Mosaico (IFT, 2017b).

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Para esse trabalho, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica sobre microcontroladores, a qual consiste em realizar uma pesquisa em documentos escritos, que, como define Lakatos e Marconi (2009, p.44):

trata-se de levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas publicações avulsas e imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, com o objetivo de permitir ao cientista o reforço paralelo na análise de suas pesquisas ou manipulação de suas informações.

Foram seguidos alguns passos para o desenvolvimento do trabalho, que segundo Lakatos e Marconi (2009, p.44) “a pesquisa bibliográfica compreende oito fases distintas: Escolha do tema; Elaboração do plano de trabalho; Identificação; Localização; Compilação; Fichamento; Análise e interpretação; Redação”.

O enfoque metodológico foi embasado no Estudo de Caso, que de acordo com Gil (1995), não segue um roteiro rigoroso, nem restritivo, mas pode-se seguir quatro fases: delimitação da unidade-caso, coleta de dados, seleção e análise dos dados e elaboração do relatório.

Na fase da coleta de dados foram utilizadas a pesquisa qualitativa, que segundo Reis (2008, p. 57), “tem como objetivo interpretar e dar significados aos fenômenos analisados. Nessa abordagem, os resultados não são traduzidos em números, unidades de medidas ou categorias homogêneas de um problema”. Já na pesquisa quantitativa, que para Fonseca (2002, p. 20):

[...] os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

3.2 AMOSTRA/POPULAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

A amostra da população da investigação, segundo Fonseca (2002, p. 53), “é a menor representação de um todo maior considerado para a pesquisa. As conclusões ou generalizações a respeito do todo serão feitas tomando como base a amostra”.

Para Doxsey e De Riz (2002-2003, p. 44-5) a amostra delimita o foco do estudo, permite “reduzir o número de sujeitos numa pesquisa, sem risco de invalidar resultados ou de impossibilitar a generalização para a população como um todo”. A amostra propicia ao estudo algumas vantagens como menor custo, dados e resultados fidedignos e em um tempo menor.

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso com 47 planos de ensino e 34 projetos pedagógicos de curso, distintos, de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior. O questionário *web* aplicado foi enviado a 32 professores de cursos técnicos, tecnológicos e superiores do Rio Grande do Sul (RS) – Brasil, que ministram a disciplina de microcontroladores ou afins, sendo que 8 professores o responderam. A validação das metodologias de ensino práticas contou com 11 alunos de cursos técnicos e tecnológicos de Santa Maria, RS – Brasil, sendo que destes, 9 responderam ao questionário *web*.

3.3 CAMINHO PERCORRIDO PELA INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar os planos de ensino e projetos pedagógicos de curso, foram realizadas buscas na *web* com as palavras chaves “plano de ensino microcontroladores”, “ppc microcontroladores”, “projeto pedagógico microcontroladores”, e buscas em sites de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior. Foi dada prioridade na busca pelos planos de ensino, e quando não eram encontrados, procurava-se projetos pedagógicos de curso. Não houve duplicidade nos dados. Para avaliar a percepção dos professores em relação ao ensino de microcontroladores, foi aplicado um questionário *web*. A percepção dos alunos foi avaliada através de uma aula demonstrativa das três metodologias práticas e um questionário *web*.

3.3.1 Questionário *web* para professores

Para a obtenção dos dados com os professores, foi aplicado um questionário *web*, apresentado a seguir, com questões de múltiplas escolhas/compostas. Foi enviado o *link* do questionário para o informante via *e-mail*.

“AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE MICROCONTROLADORES”.

FORMULÁRIO/QUESTIONÁRIO

Programa de pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica - PPGEPT Projeto registro 042613 – Parecer 1.635.250

Você está sendo convidado a participar da Pesquisa “AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE MICROCONTROLADORES”.

Este estudo está sendo desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (PPGEPT), com registro no Comitê de Ética da UFSM sob nº 55662516.1.0000.5346.

Mestrando: Elvandi da Silva Júnior

Orientador: Álysson Raniere Seidel

Coorientador: Leila Maria Araújo Santos

Os responsáveis pelo presente projeto se comprometem a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos no trabalho, que serão coletados por meio de um questionário *web* com questões de múltiplas escolhas/compostas.

Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, no decorrer da execução do presente projeto e que as mesmas somente serão divulgadas de forma anônima, bem como serão mantidas no seguinte local: UFSM, Avenida Roraima, 1000, prédio 05, sala 139, 97105900 - Santa Maria - RS. Por um período de cinco anos, sob a responsabilidade de Álysson Raniere Seidel. Após este período os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em 13/07/16, com o registro no Comitê de Ética da UFSM sob nº 55662516.1.0000.5346. Projeto registro 042613 - Parecer 1.635.250.

*Obrigatório

1. Nome do Professor *
2. Instituição de Ensino *
3. Disciplina
4. Horas aula
5. Horas aula teóricas
6. Horas aula práticas
7. Horas aula teóricas/práticas
8. Quais recursos você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

- Simulador
- Montagem/Protoboard
- Kit Educacional
- Outro:

9. Enumere a ordem de uso dos recursos. (1 – 4) Marcar apenas uma oval por linha.

	Simulador	Montagem/Protoboard	Kit Educacional	Outro
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Qual microcontrolador você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

- Microchip - Família PIC
- Texas - MSP
- ATMEL - AVR
- Arduino
- Outro:

11. Qual compilador e/ou IDE você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

- MIKROC PRO FOR PIC
- MPLAB X IDE
- IDE Arduino
- AVR STUDIO
- PCWH IDE COMPILER FOR MICROCHIP
- Outro:

12. Qual linguagem de programação você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

- C
- C++
- Assembly
- Outro:

13. Qual simulador você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

- PROTEUS DESIGN SUITE
- Outro:

14. Qual Kit Educacional você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

Exsto XM118 – PIC18F

Outro:

15. Qual método de ensino você utiliza nas suas aulas? Marque todas que se aplicam.

Top-down / Prática - teoria

Botom-up / Teoria – prática

Outro:

16. Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?

17. Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?

18. Os alunos falaram de qual recurso gostaram mais ou menos de utilizar?

19. Há percepção de possíveis evasões sobre a relação da disciplina que ensina microcontroladores contribuindo para isso?

20. A indústria local influencia no ensino e escolha do tipo de microcontrolador? Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Outro:

21. O aluno sai do curso direto para indústria, sai empregado? Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Outro:

22. Se você utiliza microcontrolador ARM, relate o motivo da sua escolha.

23. Em relação ao microcontrolador utilizado nas suas aulas, relate o motivo da sua escolha

3.3.2 Validação das metodologias de ensino práticas

Para validar as metodologias de ensino práticas, as quais são o kit educacional, a simulação virtual e a montagem de circuitos em *protoboard*, propôs-se um código que ligaria e desligaria um LED em um intervalo de 1 s. Foi utilizado o laboratório de ensino de eletrônica, localizado na sala 226 do CTISM.

O cronograma da validação iniciou-se com a programação e compilação do código em C no IDE MikroC, gerando o arquivo “.hex”, dentre outros. Após no IDE MPLAB, foi carregado o arquivo “.hex e executada a gravação do código em hexadecimal no microcontrolador PIC18F4550, que estava embarcado no kit educacional. Os alunos constataram que um LED manteve-se piscando no kit educacional. Deve-se salientar que, a maioria dos alunos não tinham conhecimento de programação em C e que implementaram o código de forma orientada, dando ênfase as questões de lógica da programação. A IDE MikroC permite, de forma gráfica, selecionar e realizar configurações de programação automáticas através da seleção do microcontrolador empregado, evitando uma etapa que, inviabilizaria a implementação de uma aula direcionada a alunos sem conhecimentos sobre programação em C e microcontroladores da família PIC.

Passou-se para a simulação virtual no ambiente de simulação de circuitos eletrônicos ISIS da suíte Proteus. Foi adicionado e posicionado a janela de edição um microcontrolador PIC18F4550, dois capacitores cerâmicos de 22 pF, um cristal oscilador, um LED verde animado, um resistor de 1 K Ω $\frac{1}{4}$ w e um resistor de 330 Ω $\frac{1}{4}$ w. Foi carregado o código hexadecimal e rodado a simulação. Os alunos verificaram que o LED piscou.

A última metodologia foi a montagem em *protoboard*. Foi adicionado e posicionado na *protoboard* um microcontrolador PIC18F4550 (código hexadecimal já gravado), dois capacitores cerâmicos de 22 pF, dois capacitores cerâmicos de 100 pF, um cristal oscilador, um LED verde, um resistor de 1 K Ω $\frac{1}{4}$ w e um resistor de 330 Ω $\frac{1}{4}$ w. Os alunos constataram que o LED piscou.

O cronograma de validação encerrou com os alunos respondendo a um questionário *web*, apresentado a seguir, avaliando as metodologias e passando as suas percepções a respeito.

Questionário de validação de metodologias de ensino de microcontroladores.

QUESTIONÁRIO

Programa de pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica - PPGEPT Projeto registro 042613 – Parecer 1.635.250

Você está sendo convidado a participar da Pesquisa “AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE MICROCONTROLADORES”.

Este estudo está sendo desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (PPGEPT), com registro no Comitê de Ética da UFSM sob nº 55662516.1.0000.5346.

Mestrando: Elvandi da Silva Júnior

Orientador: Álysson Raniere Seidel

Coorientador: Leila Maria Araújo Santos

Os responsáveis pelo presente projeto se comprometem a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos no trabalho, que serão coletados por meio de um questionário web com questões de múltiplas escolhas/compostas.

Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, no decorrer da execução do presente projeto e que as mesmas somente serão divulgadas de forma anônima, bem como serão mantidas no seguinte local: UFSM, Avenida Roraima, 1000, prédio 05, sala 139, 97105900 - Santa Maria - RS. Por um período de cinco anos, sob a responsabilidade de Álysson Raniere Seidel. Após este período os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em 13/07/16, com o registro no Comitê de Ética da UFSM sob nº 55662516.1.0000.5346. Projeto registro 042613 - Parecer 1.635.250.

***Obrigatório**

1. Nome: *
2. Instituição de ensino: *
3. Curso: *
4. Idade: *
5. Dê uma nota de 1 a 5 para o nível de dificuldade que você encontrou no uso do Kit Educacional, Montagem/Protoboard e Simulação. * Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Kit Educacional	<input type="radio"/>				
Montagem/Protoboard	<input type="radio"/>				
Simulação	<input type="radio"/>				

6. Assinale o(s) método(s) que você gostaria que estive(m) presente em um curso sobre microcontroladores. * Marque todas que se aplicam.

- Kit Educacional
- Montagem/Protoboard
- Simulador

7. Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/Protoboard e do Simulador?

8. Você tem interesse em aprender sobre microcontroladores? * Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez

4 RESULTADOS

Foram analisados os planos de ensino e projetos pedagógicos de curso de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior, e os questionários aplicados a professores e alunos. Os dados analisados serão apresentados a seguir.

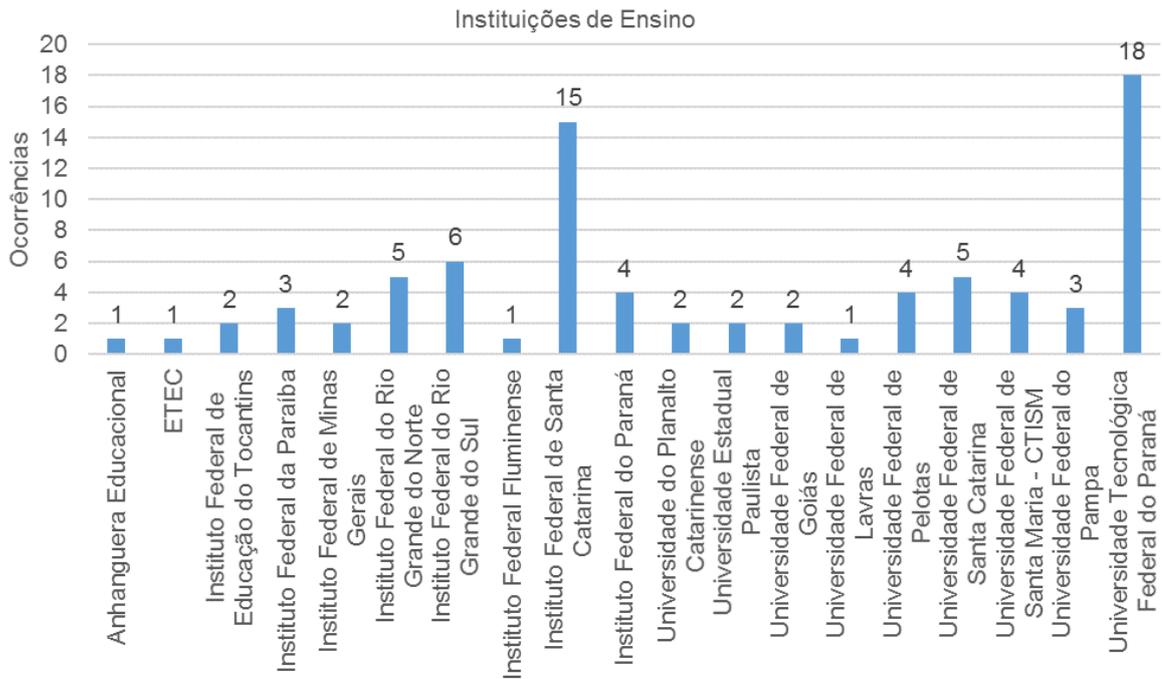
4.1 PLANOS DE ENSINO E PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSO

Foram analisados no total 81 planos de ensino e projetos pedagógicos de curso de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior

4.1.1 Instituições de ensino

No total foram analisadas 19 instituições de ensino técnico, tecnológico e superior. Observa-se no Gráfico 1, que os maiores números de planos de ensino e projetos pedagógicos de curso verificados foram na Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Instituto Federal de Santa Catarina.

Gráfico 1 – Instituições de Ensino e número de planos de ensino e projetos pedagógicos de curso.

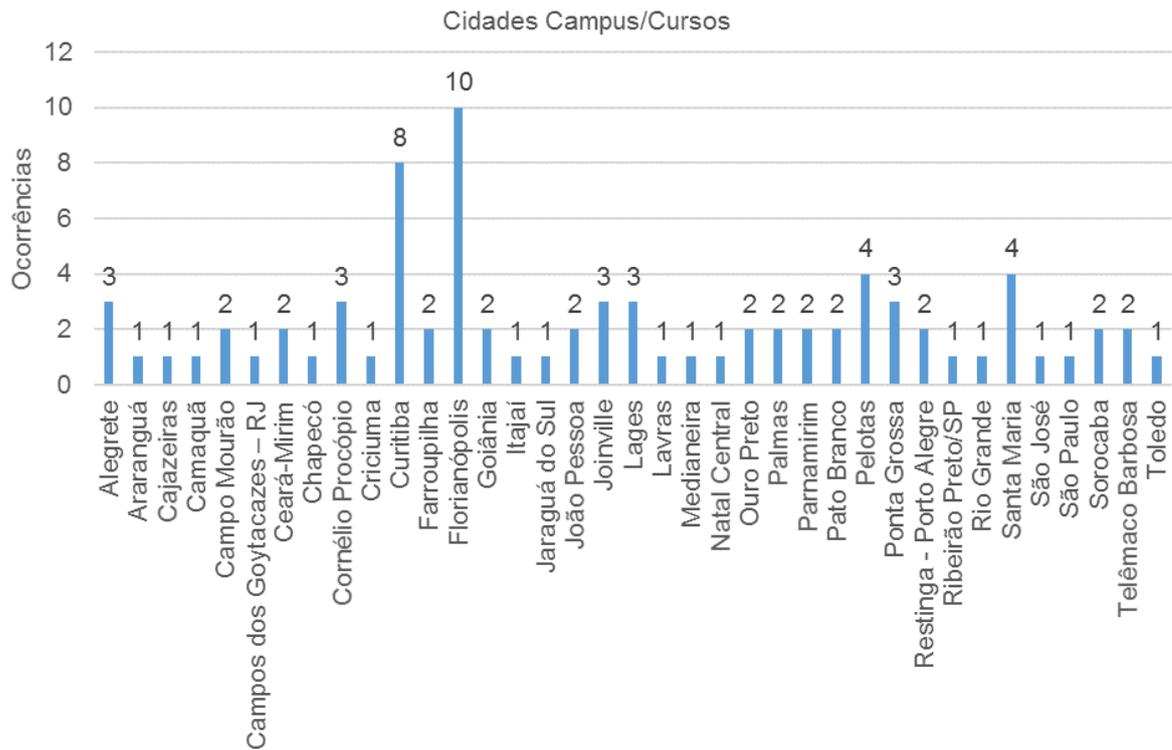


Fonte: Autores.

4.1.2 Campus

Foram encontradas 37 cidades cedentes de campus/cursos de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior. As cidades que apresentaram mais campus/cursos foram as de Florianópolis e Curitiba (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Cidades campus/cursos de instituições de ensino técnico, tecnológico e superior.

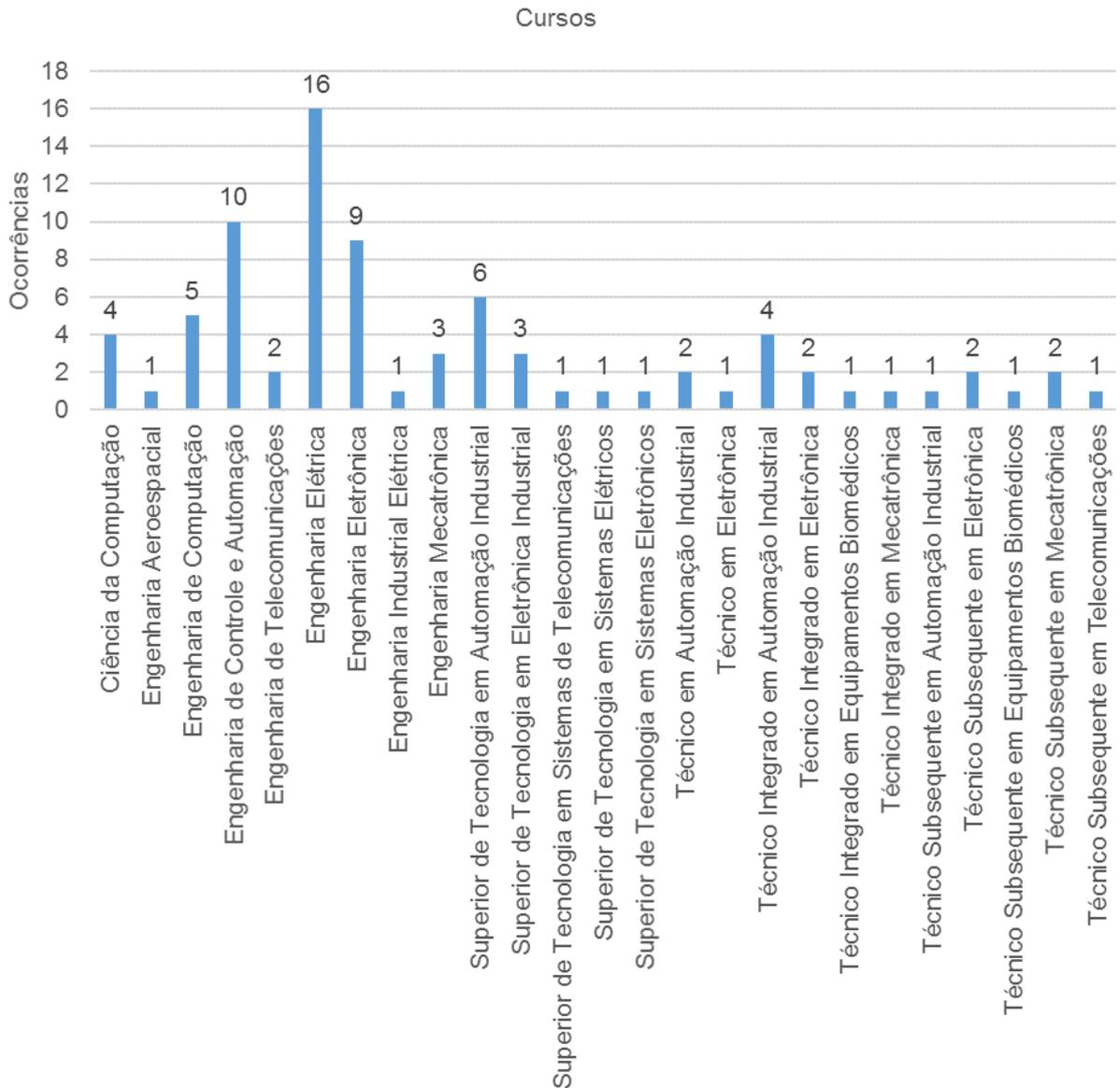


Fonte: Autores.

4.1.3 Cursos

Foram verificados 25 cursos distribuídos entre ensino técnico, tecnológico e superior. Os cursos que apresentaram os maiores números de planos de ensino e/ou projetos pedagógicos de curso analisados foram os de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Cursos oferecidos por instituições de ensino técnico, tecnológico e superior.

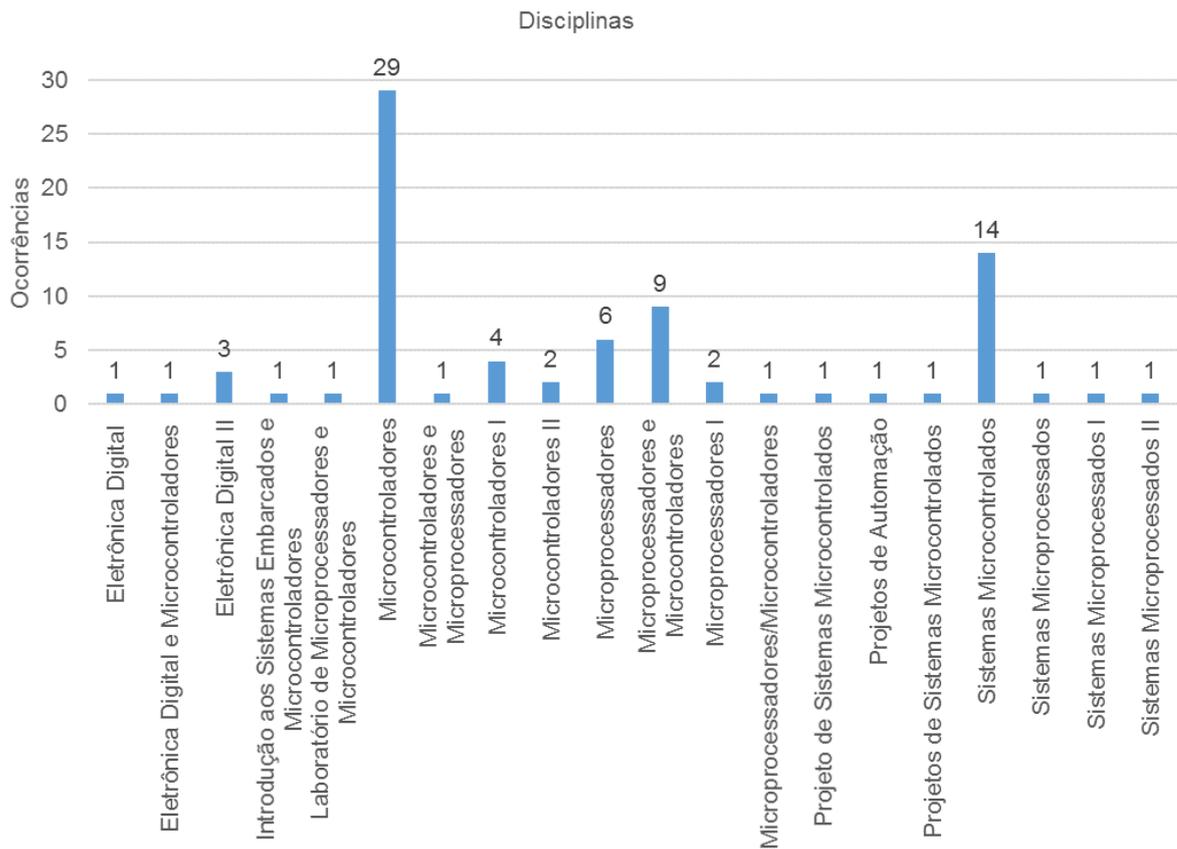


Fonte: Autores.

4.1.4 Disciplinas

No total de 20 disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior foram analisadas. As disciplinas que mais apresentaram planos de ensino e/ou projetos pedagógicos de curso analisados foram as de Microcontroladores e Sistemas Microcontrolados (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

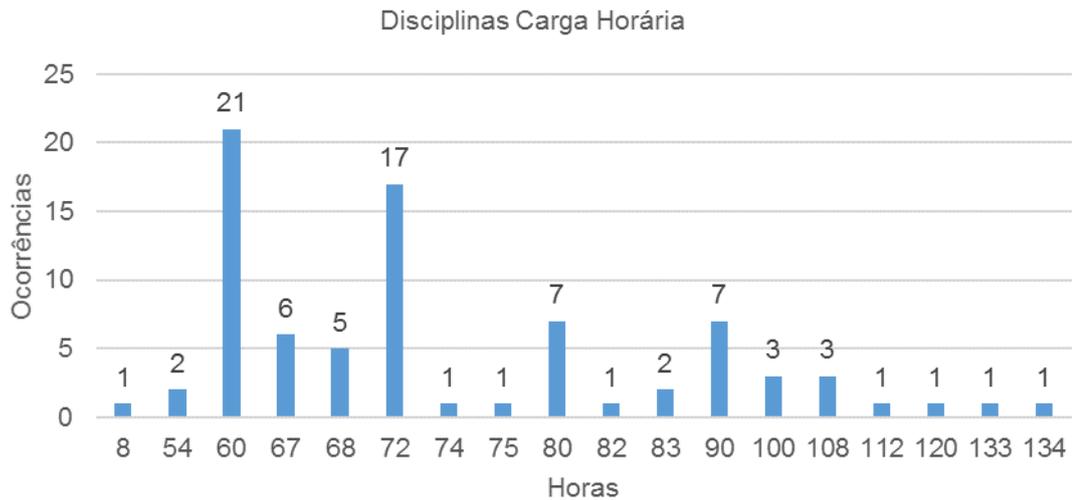


Fonte: Autores.

4.1.5 Carga horária de disciplina

Foram analisadas 18 cargas horárias de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior. As cargas horárias encontradas em maior número foram as de 60 e 72 horas (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Cargas horárias de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e superior.

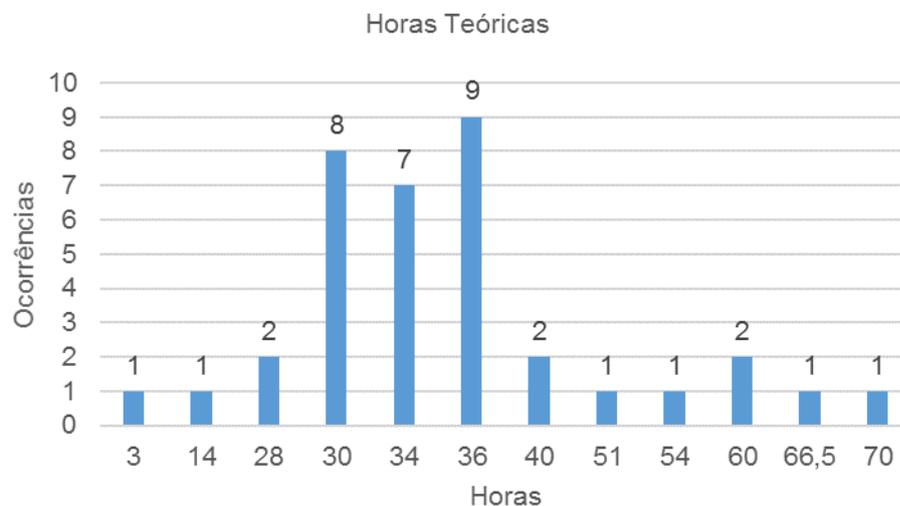


Fonte: Autores.

4.1.6 Número de horas teóricas

O número de horas teóricas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior analisadas foi de 12. O número de horas teóricas mais encontradas foram as de 36 e 30 horas (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Número de horas teóricas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

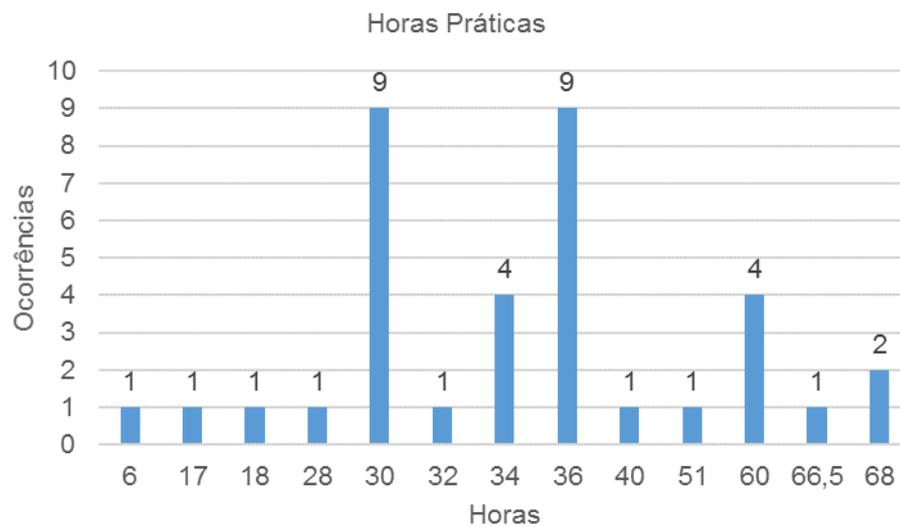


Fonte: Autores.

4.1.7 Número de horas práticas

O número de horas práticas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior analisadas foi de 13. O número de horas práticas mais encontradas foram as de 30 e 36 horas (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Número de horas práticas de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

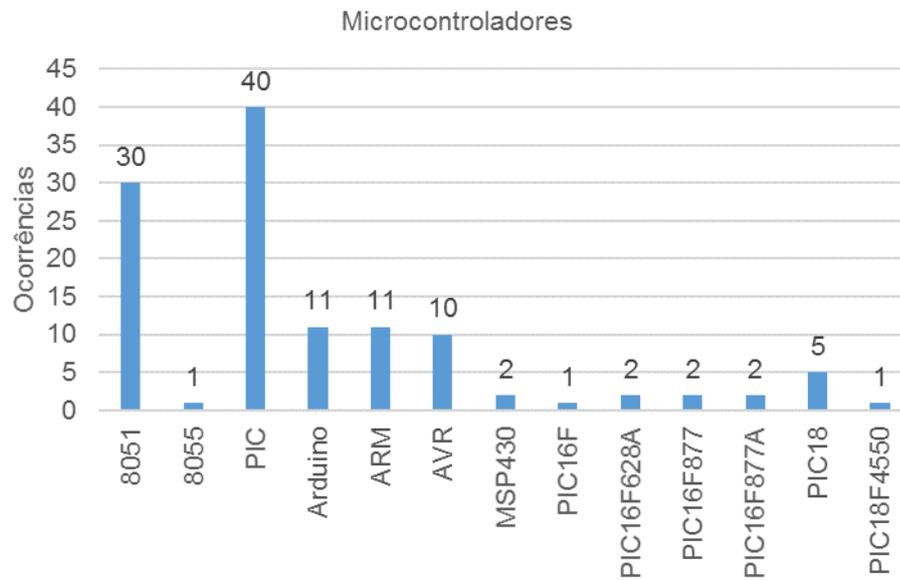


Fonte: Autores.

4.1.8 Microcontroladores

Foram analisados 13 microcontroladores utilizados em disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e superior. Os microcontroladores mais encontrados foram os das famílias PIC e 8051 (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Microcontroladores utilizados em disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

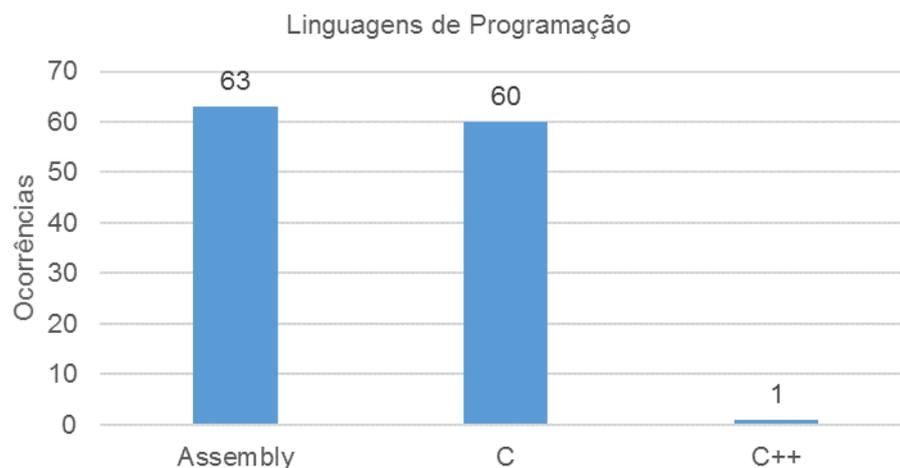


Fonte: Autores.

4.1.9 Linguagem de programação

Foram analisadas 3 linguagens de programação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e superior. As linguagens de programação com maior número de ocorrências foram as de Assembly e C (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Linguagens de programação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

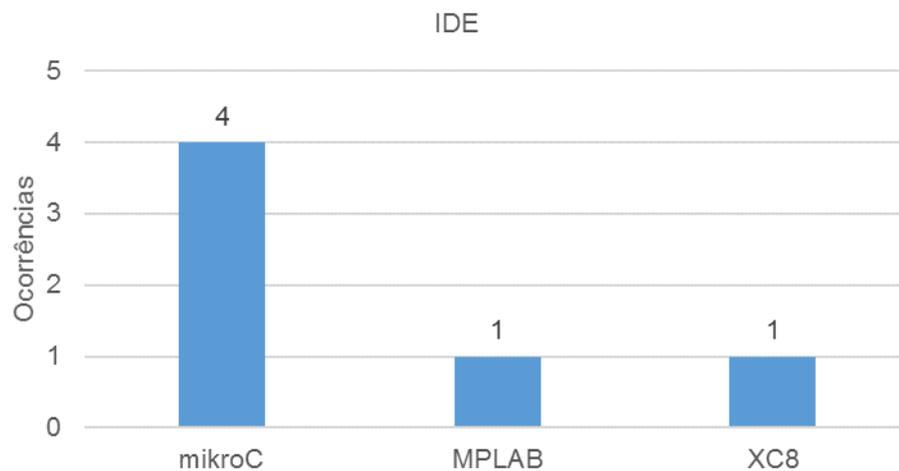


Fonte: Autores.

4.1.10 IDE

O número total de IDE analisados nas disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior foi de 3. O IDE encontrados mais vezes foi o mikroC (Gráfico 10).

Gráfico 10 – IDE analisados nas disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

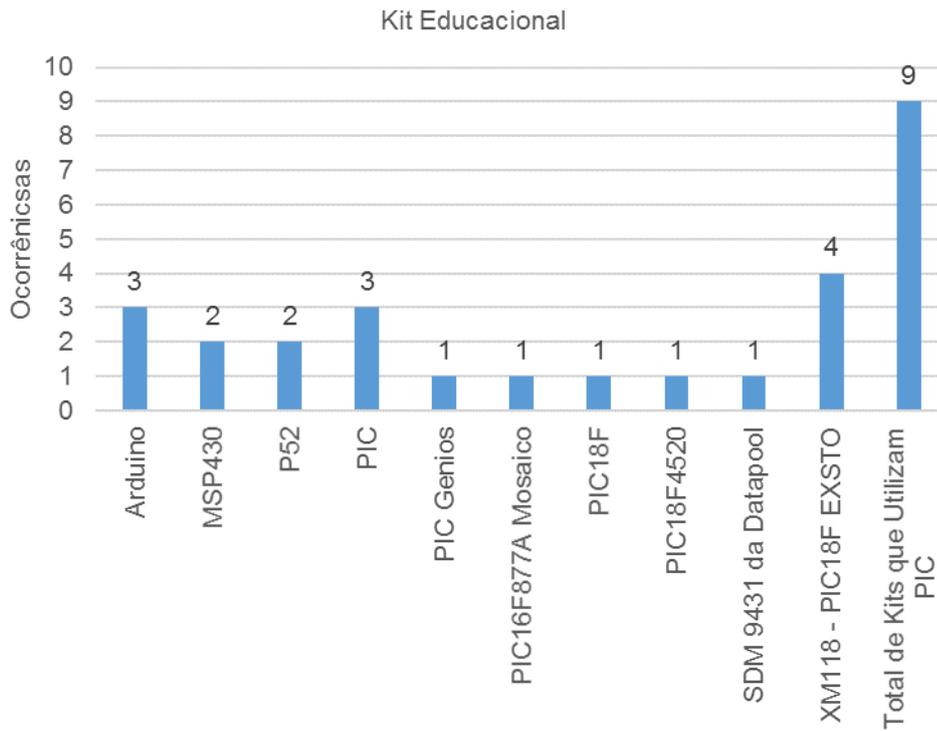


Fonte: Autores.

4.1.11 Kit educacional

Foram analisados 10 kits educacionais de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior. O kit educacional que apresentou maior número de ocorrências foi o XM118 - PIC18F EXSTO (Gráfico 11).

Gráfico 11 – Kits educacionais de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior.

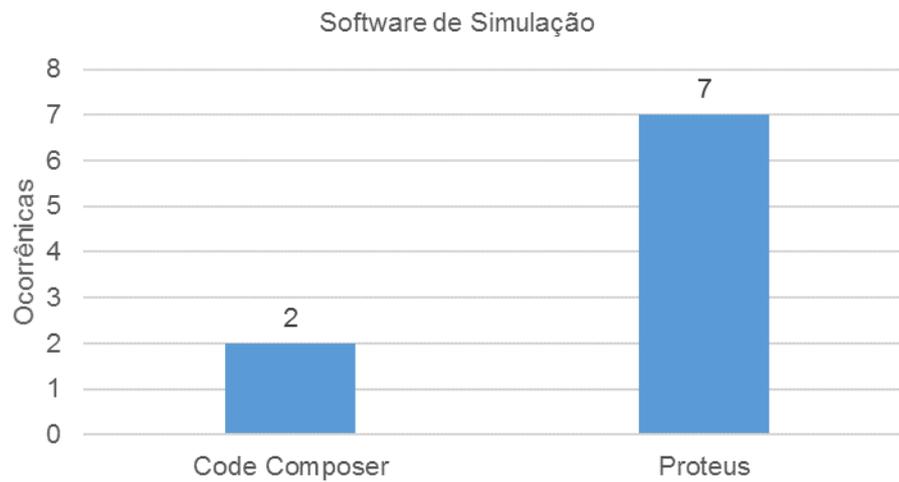


Fonte: Autores.

4.1.12 Software de Simulação

Foram analisados 2 *softwares* de simulação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e/ou superior. O *software* de simulação com maior número de ocorrências foi o Proteus (Gráfico 12).

Gráfico 12 – *Softwares* de simulação de disciplinas de cursos de ensino técnico, tecnológico e superior.



Fonte: Autores.

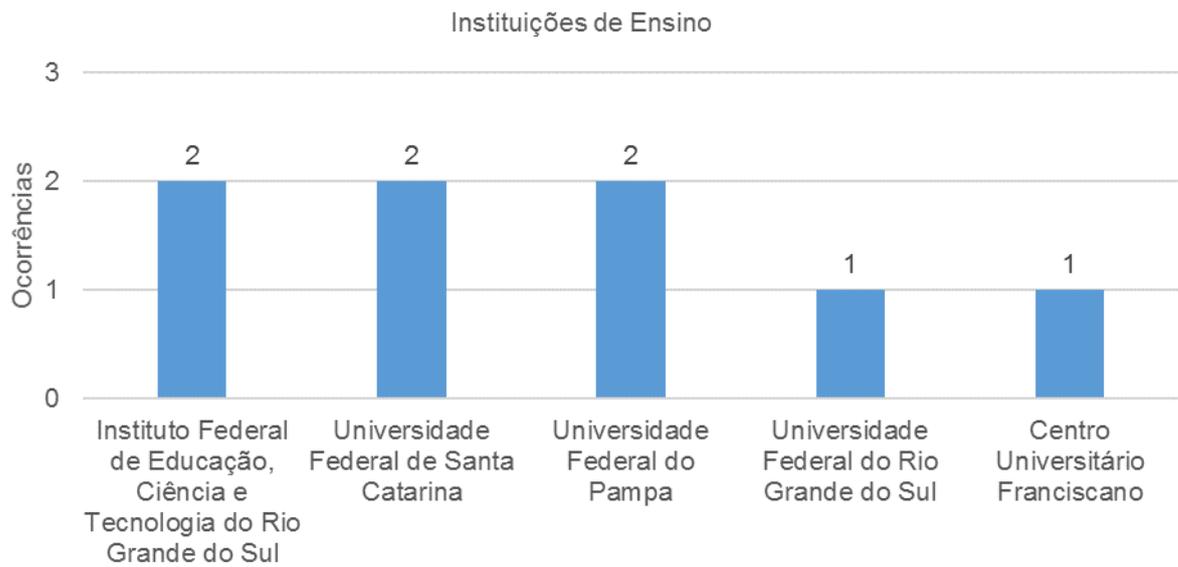
4.2 QUESTIONÁRIO WEB PROFESSORES

O questionário *web* aplicado foi respondido por 8 professores de instituições de ensino técnico e superior. As respostas estão apresentadas a seguir.

4.2.1 Instituições de ensino

Responderam ao questionário professores de 5 instituições de ensino técnico e superior. As instituições se localizam no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Instituições de ensino técnico e superior.

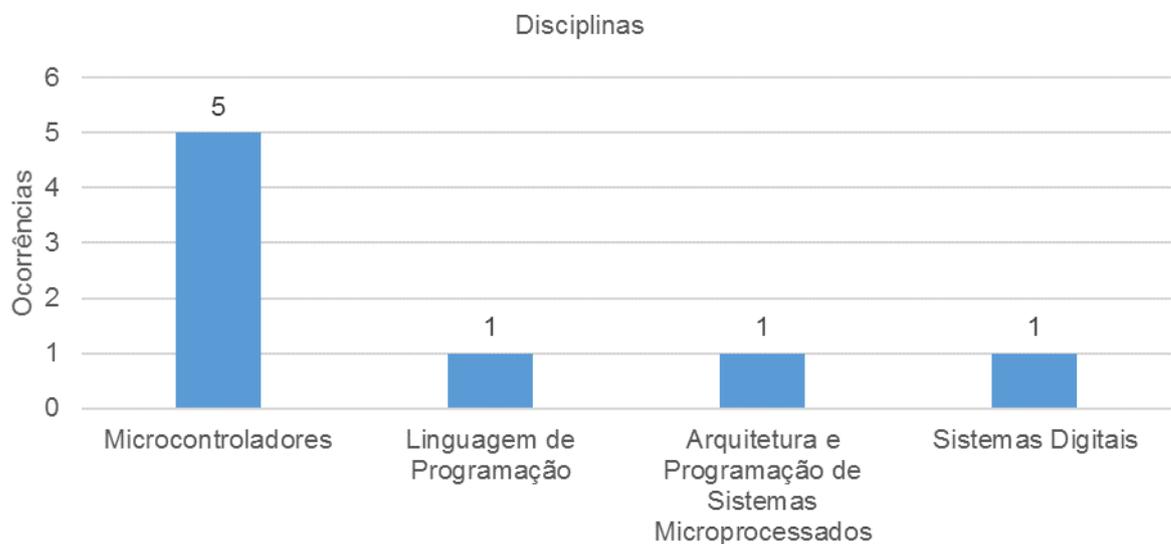


Fonte: Autores.

4.2.2 Disciplinas

No total foram analisadas 8 disciplinas de ensino técnico e superior. A disciplina com maior número de ocorrências foi a de Microcontroladores (Gráfico 14).

Gráfico 14 – Disciplinas de ensino técnico e superior.

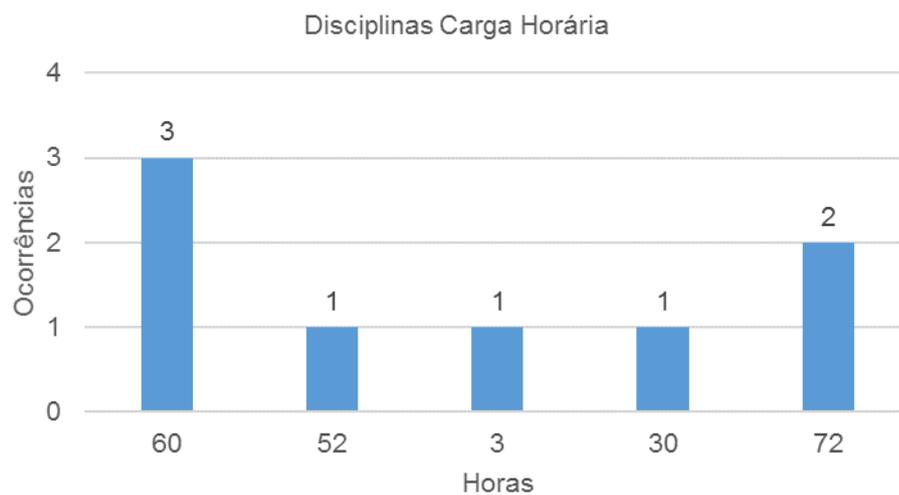


Fonte: Autores.

4.2.3 Disciplinas carga horária

Foram analisadas 8 cargas horárias de disciplinas de ensino técnico e superior. As cargas horárias com maiores números de ocorrências foram as de 60 e 72 horas (Gráfico 15).

Gráfico 15 – Cargas horárias de disciplinas de ensino técnico e superior.

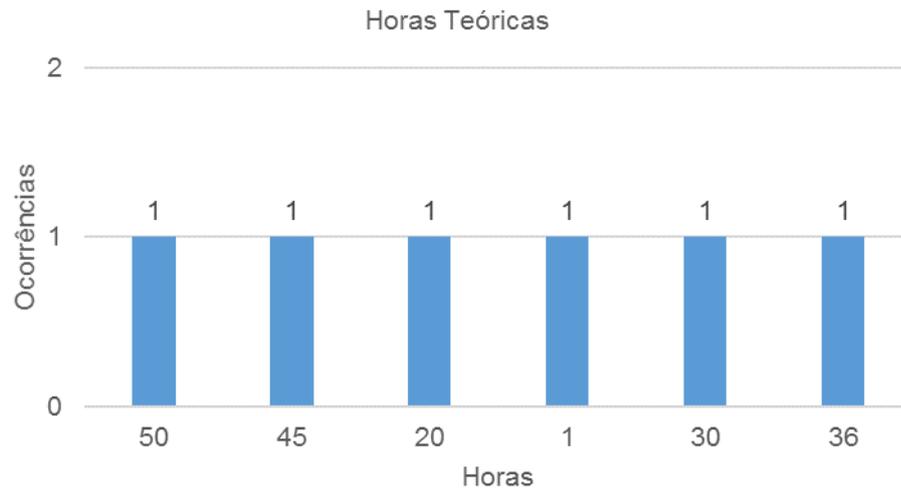


Fonte: Autores.

4.2.4 Horas teóricas

No total foram analisadas 6 horas teóricas de disciplinas de ensino técnico e superior. Todas as horas teóricas apresentaram o mesmo número de ocorrências (Gráfico 16).

Gráfico 16 – Horas teóricas de disciplinas de ensino técnico e superior.

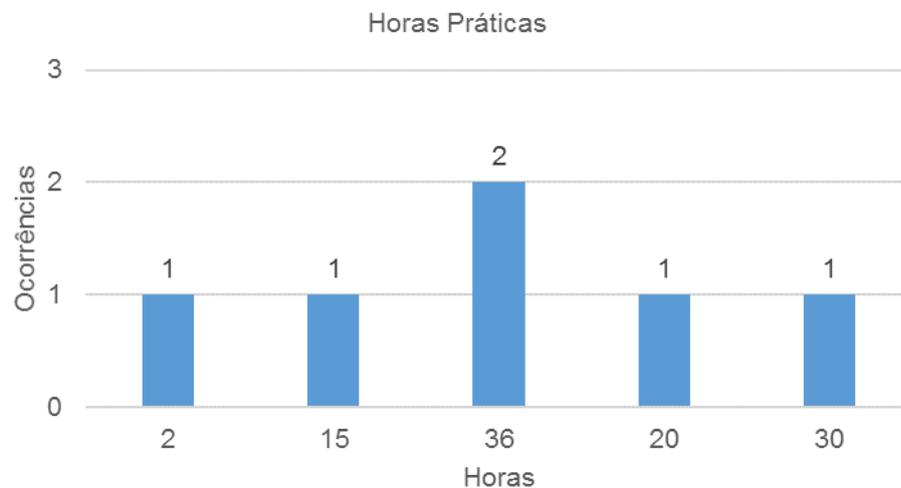


Fonte: Autores.

4.2.5 Horas práticas

Foram analisadas 7 horas práticas de disciplinas de ensino técnico e superior no total. A hora prática que mais se destacou foi a de 36 horas (Gráfico 17).

Gráfico 17 – Horas práticas de disciplinas de ensino técnico e superior.

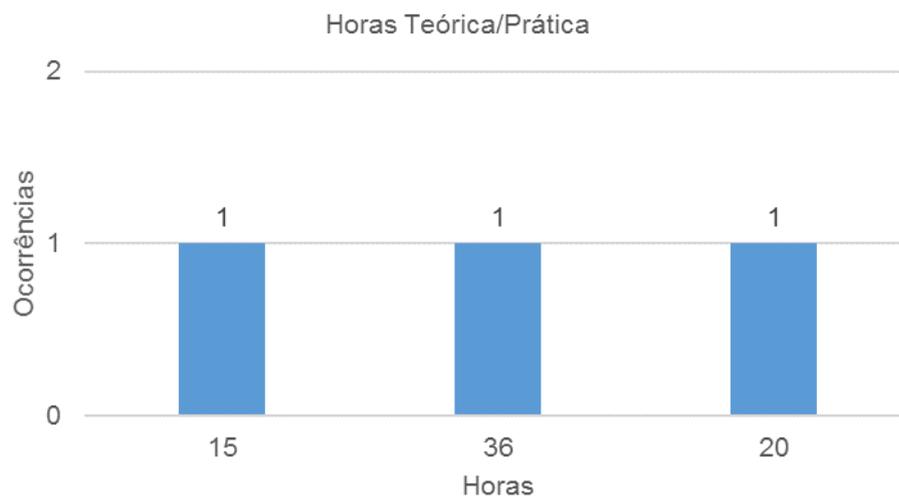


Fonte: Autores.

4.2.6 Horas teóricas/práticas

Foram analisadas no total de 3 horas teóricas/práticas de disciplinas de ensino técnico e superior. Todas as horas teóricas/práticas apresentaram o mesmo número de ocorrências (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Horas teóricas/práticas de disciplinas de ensino técnico e superior.

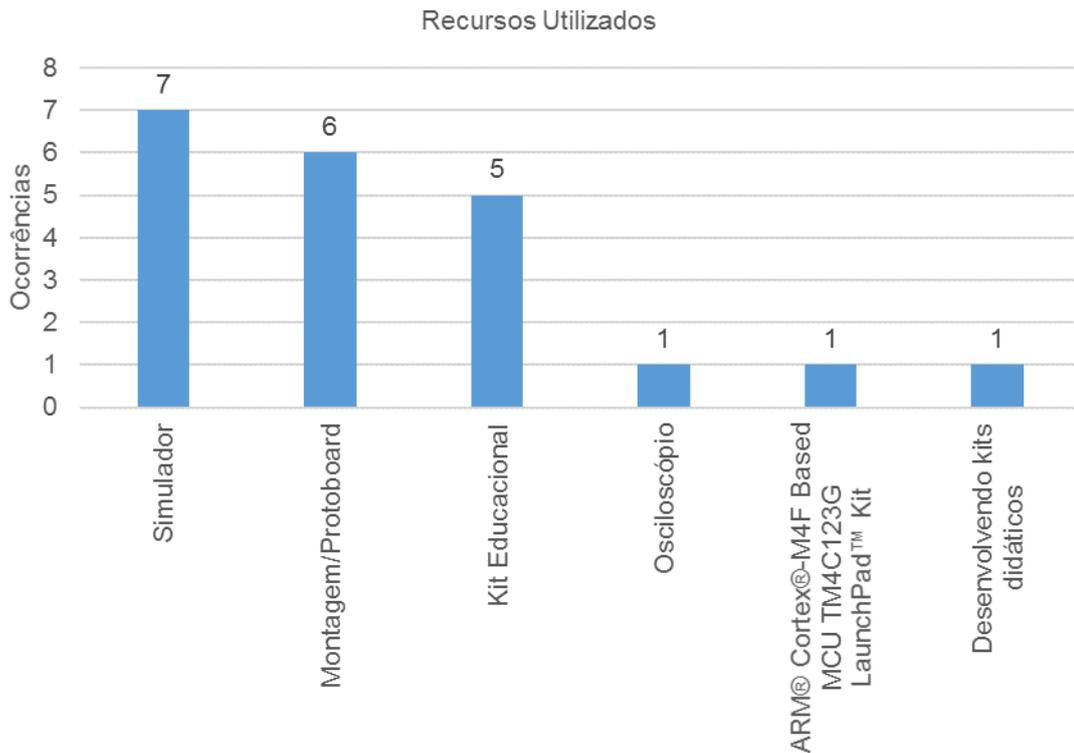


Fonte: Autores.

4.2.7 Quais recursos você utiliza nas suas aulas?

Foram analisados 6 recursos de ensino de microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior. Os recursos que mais se destacaram foram o simulador e a montagem/*protoboard* (Gráfico 19).

Gráfico 19 – Recursos de ensino de microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior.

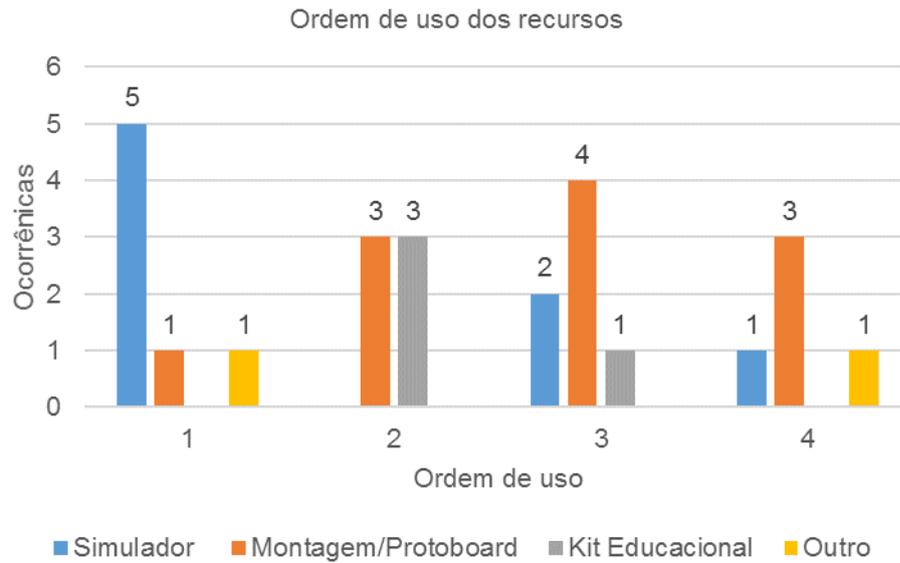


Fonte: Autores.

4.2.8 Enumere a ordem de uso dos recursos. (1 – 4)

Foram analisados 4 recursos didáticos utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. Na primeira posição da ordem de uso, o simulador é o mais utilizado. Na segunda posição da ordem de uso, a montagem/*protoboard* e o kit educacional estão empatados e na terceira e quarta posição da ordem de uso, a montagem/*protoboard* é a mais utilizada (Gráfico 20).

Gráfico 20 – Ordem de uso dos recursos.

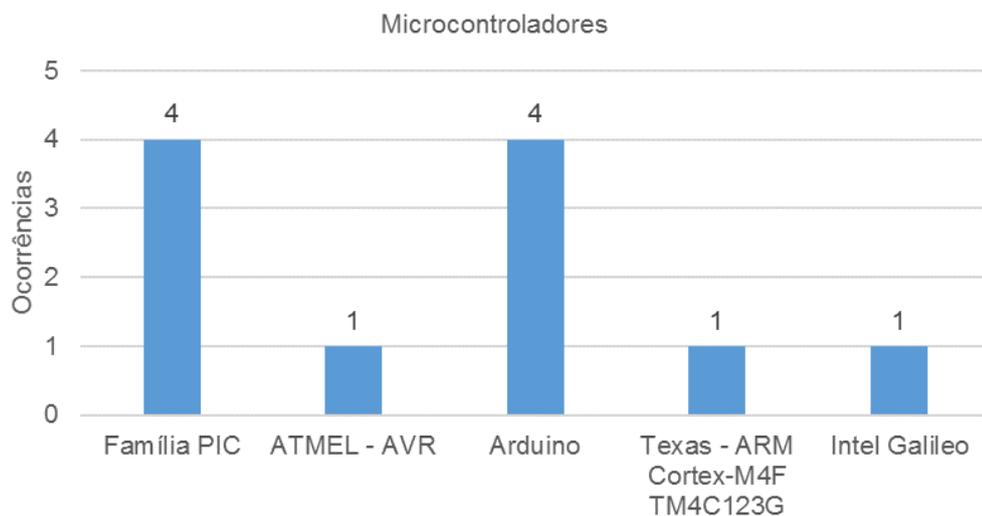


Fonte: Autores.

4.2.9 Qual microcontrolador você utiliza nas suas aulas?

Foram analisados 5 microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior. Os microcontroladores mais utilizados são os da família PIC e Arduino (Gráfico 21).

Gráfico 21 – Microcontroladores utilizados em disciplinas de ensino técnico e superior.

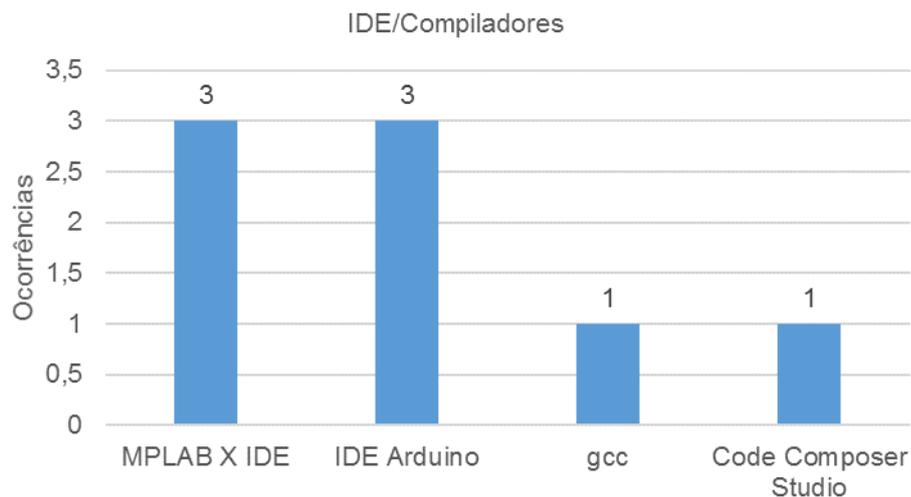


Fonte: Autores.

4.2.10 Qual compilador e/ou IDE você utiliza nas suas aulas?

No total foram analisados 4 IDE/compiladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. As IDE MPLAB X e Arduino foram as mais utilizadas (Gráfico 22).

Gráfico 22 – IDE/compiladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.

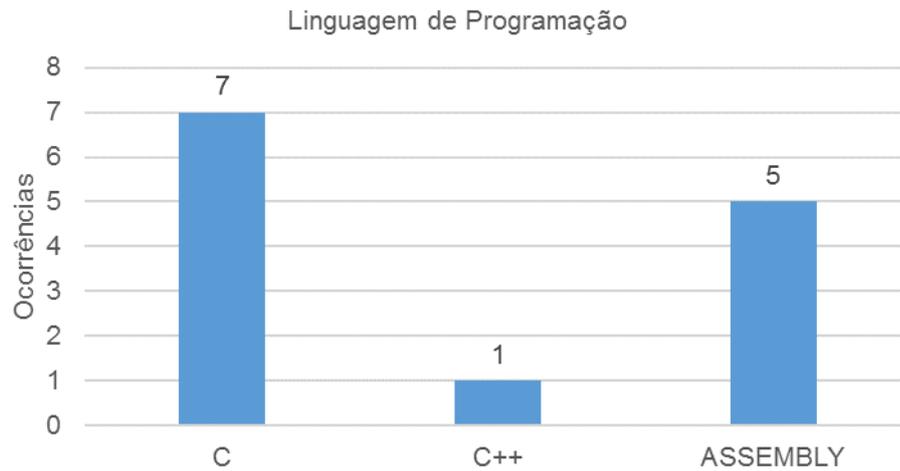


Fonte: Autores.

4.2.11 Qual linguagem de programação você utiliza nas suas aulas?

Foram analisadas 3 linguagens de programação utilizadas no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. “C” foi a linguagem de programação mais utilizada (Gráfico 23).

Gráfico 23 – Linguagens de programação utilizadas no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.

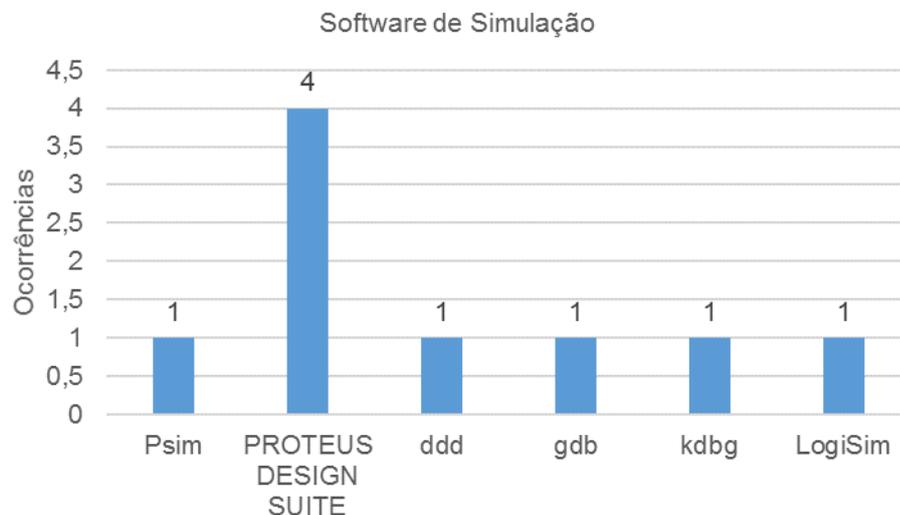


Fonte: Autores.

4.2.12 Qual simulador você utiliza nas suas aulas?

Foram analisados 6 *softwares* simuladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. O simulador Proteus Design Suite foi o mais utilizado nas aulas (Gráfico 24).

Gráfico 24 – *Softwares* simuladores utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.

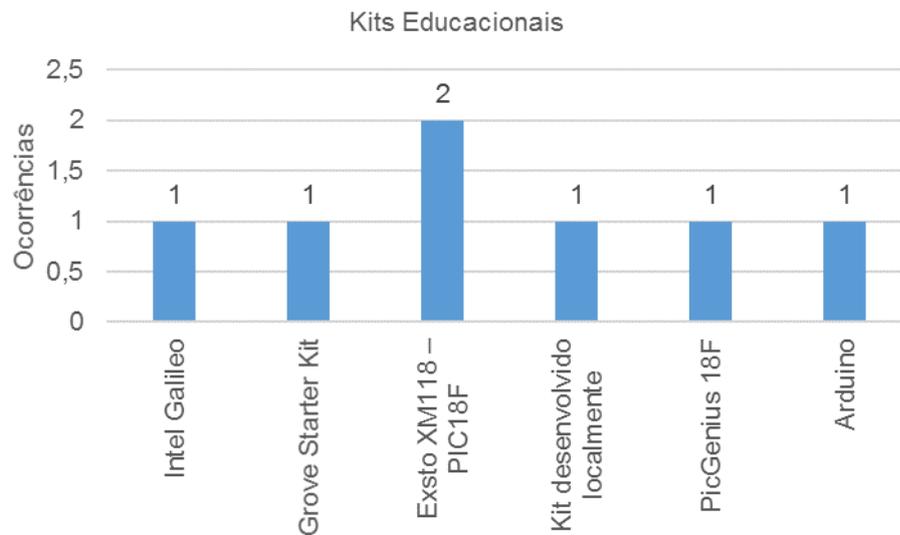


Fonte: Autores.

4.2.13 Qual Kit Educacional você utiliza nas suas aulas?

No total foram analisados 6 kits educacionais utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. O kit educacional mais utilizado foi o Exsto XM118 – PIC18F (Gráfico 25).

Gráfico 25 – Kits educacionais utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.

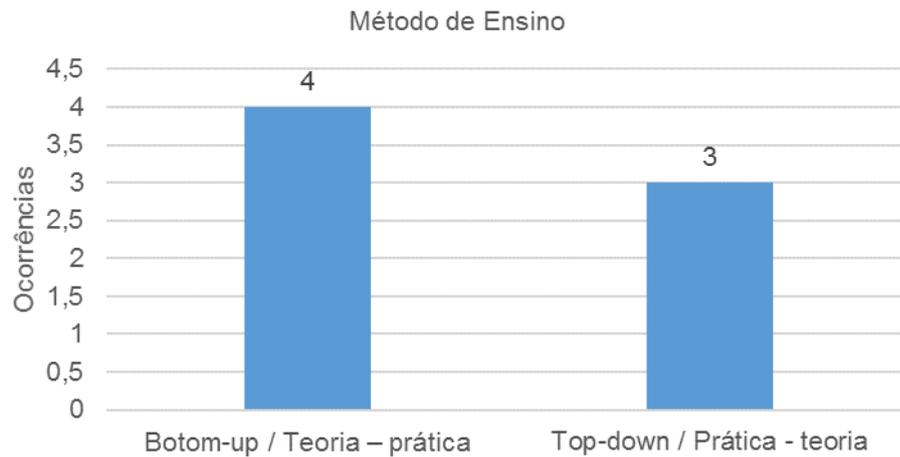


Fonte: Autores.

4.2.14 Qual método de ensino você utiliza nas suas aulas?

Foram analisados 2 métodos de ensino utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior. O método de ensino mais utilizado foi o *Botom-up*/Teoria-prática (Gráfico 26).

Gráfico 26 – Métodos de ensino utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e superior.



Fonte: Autores.

4.2.15 Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?

Foram analisadas 7 respostas apresentadas abaixo no Quadro 2.

Quadro 2 – Respostas a respeito da pergunta “Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?”.

(continua)

Respostas	
1	Com o Kit os alunos conseguem aprender melhor.
2	O simulador é essencial para o aluno simular e analisar o seu código. Penso que kits educacionais tornam as aulas práticas mais rápidas, porém, é essencial que o aluno compreenda e saiba como projetar o sistema microcontrolado como um todo, projetando a PCB e o algoritmo do sistema.
3	A utilização somente do simulador e dos kits educacionais agilizam o processo de aprendizagem, porém o aluno fica perdido na hora de executar os projetos. Portanto, creio que a realização de montagens práticas com o microcontrolador "cru" seja fundamental para a compreensão do dispositivo como um todo.

Quadro 2 – Respostas a respeito da pergunta “Qual a sua percepção em relação ao uso de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/*Protoboard*?”.

(conclusão)

	Respostas
4	O uso do Kit mais o <i>Launchpad</i> é essencial para o desenvolvimento da disciplina.
5	Adequado para ilustração dos conceitos; insuficiente para satisfazer o interesse de muitos dos estudantes.
6	Não faz sentido querer ensinar microcontroladores sem estes 3 recursos.
7	São mais eficazes que aulas teóricas.

Fonte: Autores.

4.2.16 Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/*Protoboard*?

Foram analisadas 8 respostas apresentadas a seguir no Quadro 3. As respostas “Sim” e “Não” igualaram-se em número.

Quadro 3 – Respostas sobre a pergunta “Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/*Protoboard*?”.

(continua)

	Respostas
1	Sim.
2	Não. Acredito a escolha destes métodos depende da experiência do professor.
3	É uma prática rotineira, portanto não houve solicitação.
4	Não, porque já estava programado o uso.
5	No caso dos estudantes mais interessados, solicitação de montagem/ <i>protoboard</i> e kit.
6	Sim.

Quadro 3 – Respostas sobre a pergunta “Os alunos solicitaram a utilização de Simulador e/ou Kit Educacional e/ou Montagem/Protoboard?”.

(conclusão)

	Respostas
7	Não, fez parte da disciplina desde o início.
8	Sim.

Fonte: Autores.

4.2.17 Os alunos falaram de qual recurso gostaram mais ou menos de utilizar?

Foram analisadas 8 respostas apresentadas abaixo no Quadro 4. A resposta “Não” foi a com maior número de ocorrências e o kit educacional, a montagem/*protoboard* e a simulação obtiveram o mesmo número de respostas.

Quadro 4 – Respostas sobre a pergunta “Os alunos falaram de qual recurso gostaram mais ou menos de utilizar?”.

	Respostas
1	Não.
2	Não.
3	Kit.
4	Noto que os alunos adoram as aulas práticas (<i>montagem/protoboard</i>). Mas muitas, vezes, por falta de experiência dos alunos em bancada, eles demoram muito tempo para montar o sistema.
5	Os alunos gostam mais do simulador principalmente pela facilidade de utilização.
6	Não se aplica.
7	Sim, a plataforma arduino (mas é uma plataforma pronta)
8	Não.

Fonte: Autores.

4.2.18 Há percepção de possíveis evasões sobre a relação da disciplina que ensina microcontroladores contribuindo para isso?

Foram analisadas 8 respostas apresentadas a seguir no Quadro 5.

Quadro 5 – Respostas sobre a pergunta “Há percepção de possíveis evasões sobre a relação da disciplina que ensina microcontroladores contribuindo para isso?”.

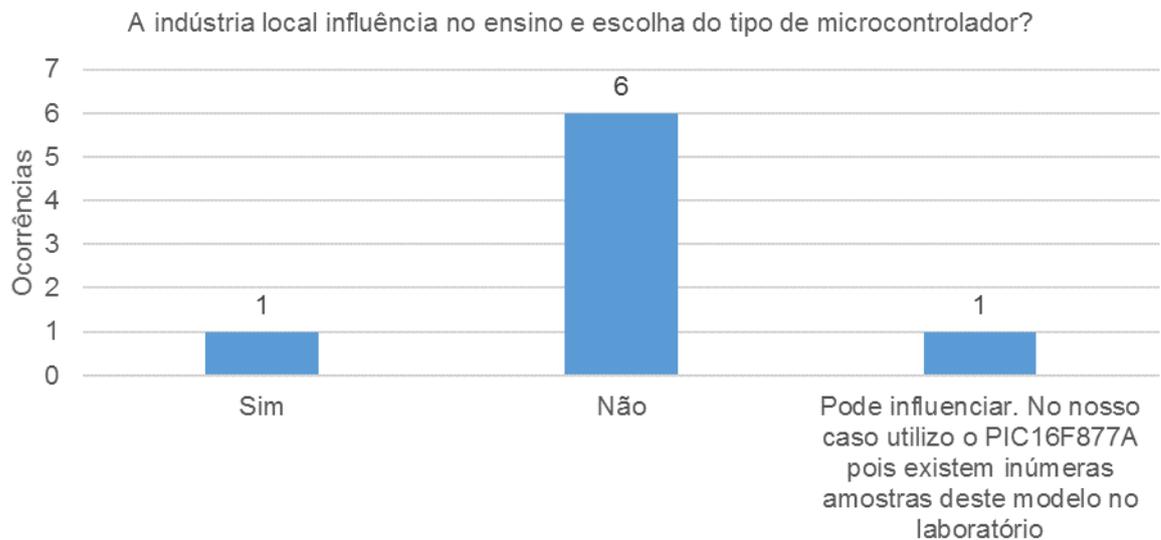
	Respostas
1	Não.
2	Não.
3	Não.
4	Na nossa Instituição, esta disciplina é obrigatória para os cursos de Engenharia e Elétrica e Engenharia de Telecomunicações. A evasão ocorre ao término do semestre, quando o aluno pensa que não irá conseguir atingir os requisitos para aprovação na disciplina.
5	Não há esta percepção.
6	Não foi avaliado.
7	A disciplina exige conhecimento avançado quando utilizado o assembly.
8	Não.

Fonte: Autores.

4.2.19 A indústria local influência no ensino e escolha do tipo de microcontrolador?

Foram analisadas 8 respostas apresentadas abaixo no Gráfico 27. A resposta “Não” apresentou o maior número de ocorrências.

Gráfico 27 – Respostas a respeito da pergunta “A indústria local influência no ensino e escolha do tipo de microcontrolador?”.



Fonte: Autores.

4.2.20 Se você utiliza microcontrolador ARM, relate o motivo da sua escolha.

Foram analisadas 8 respostas apresentadas a seguir no Quadro 6. A resposta “Não” apresentou o maior número de ocorrências. Uma das repostas justificou o motivo de usar microcontrolador ARM devido a sua larga utilização na indústria.

Quadro 6 – Respostas a respeito da pergunta “Se você utiliza microcontrolador ARM, relate o motivo da sua escolha.”.

Respostas	
1	Não.
2	Não.
3	Não.
4	Devido à larga utilização na indústria e mesmo para o prosseguimento do curso que conta com disciplinas que utilizam sistemas operacionais no ARM.
5	Por que só há pergunta sobre o ARM?
6	Não utilizo.

Fonte: Autores.

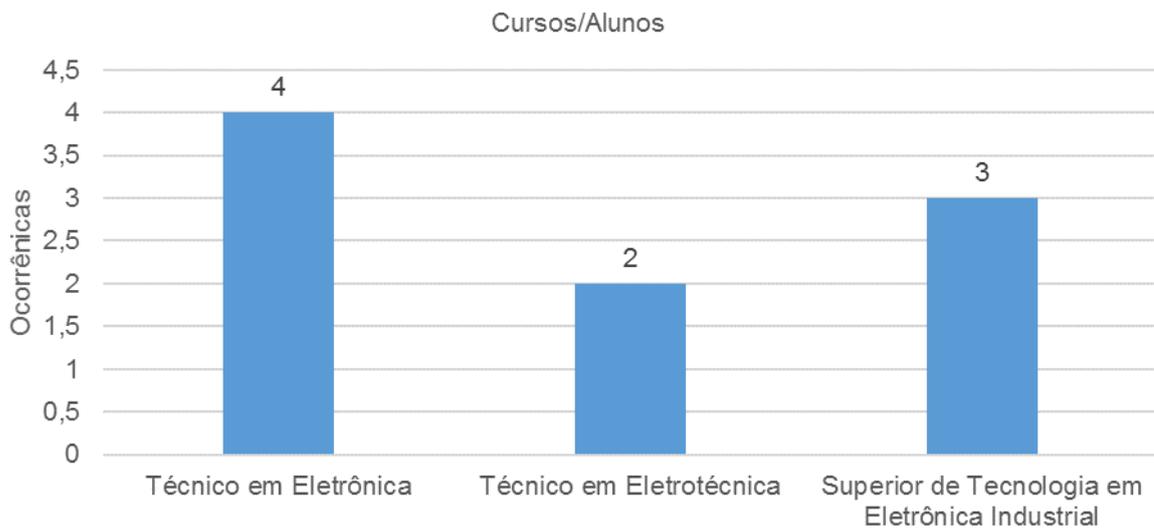
4.3 QUESTIONÁRIO *WEB* ALUNOS

Foi aplicado um questionário *web* a 9 alunos do ensino técnico e tecnológico, que participaram da aula de validação dos métodos de ensino de microcontroladores, e suas respostas estão apresentadas a seguir.

4.3.1 Cursos

Foram verificados 3 cursos distribuídos entre ensino técnico e tecnológico. O curso que apresentou o maior número de alunos foi o Técnico em Eletrônica (Gráfico 28).

Gráfico 28 – Cursos de ensino técnico e tecnológico.



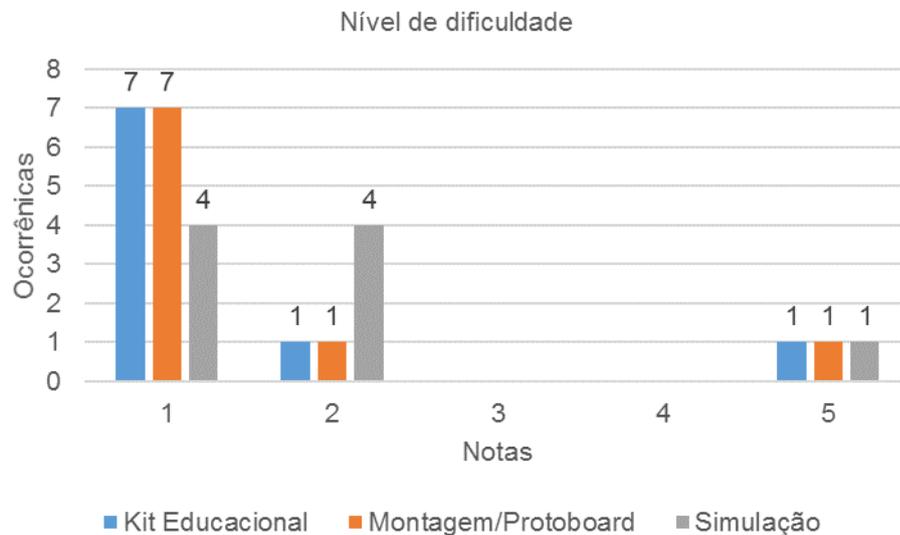
Fonte: Autores.

4.3.2 Dê uma nota de 1 a 5 para o nível de dificuldade que você encontrou no uso do Kit Educacional, Montagem/Protoboard e Simulação.

Foram analisados 3 recursos didáticos utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e tecnológico. O kit educacional

e a montagem/*protoboard* foram considerados como fáceis pelos alunos (Gráfico 29).

Gráfico 29 – Nível de dificuldade dos recursos didáticos.

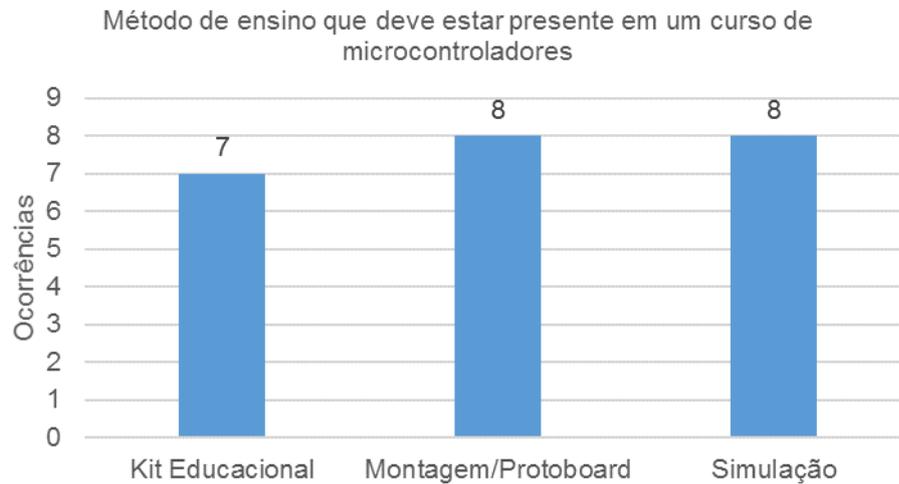


Fonte: Autores.

4.3.3 Assinale o(s) método(s) que você gostaria que estive(m) presente em um curso sobre microcontroladores

Foram analisados 3 métodos utilizados no ensino de microcontroladores em disciplinas de ensino técnico e tecnológico. Tecnicamente, todos os métodos de ensino devem estar presentes (Gráfico 30).

Gráfico 30 – Métodos de ensino de microcontroladores.



Fonte: Autores.

4.3.4 Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/*Protoboard* e do Simulador?

Foram analisadas 9 respostas a respeito da percepção dos alunos em relação ao uso do kit educacional, da montagem/*protoboard* e do simulador. Constatou-se que o uso dos três métodos é importante (Quadro 7).

Quadro 7 – Respostas a respeito da pergunta “Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/*Protoboard* e do Simulador?”.

(continua)

Respostas	
1	Para alunos que já têm contato com parte eletrônica, como resistores e afins, é interessante o uso da <i>Protoboard</i> . Para quem não tem contato, é bom o uso do kit educacional, pois não corre-se o risco de queimar algum LED, por exemplo. A simulação é uma boa ferramenta para se ter uma previsão de resultados e adequar o projeto antes da montagem.
2	Fácil entendimento no projeto aplicado.
3	O simulador poderia ser um pouco mais intuitivo para uma melhor compreensão e aprendizagem.

Quadro 7 – Respostas a respeito da pergunta “Fale a respeito da sua percepção em relação ao uso do Kit Educacional, da Montagem/*Protoboard* e do Simulador?”.

(conclusão)

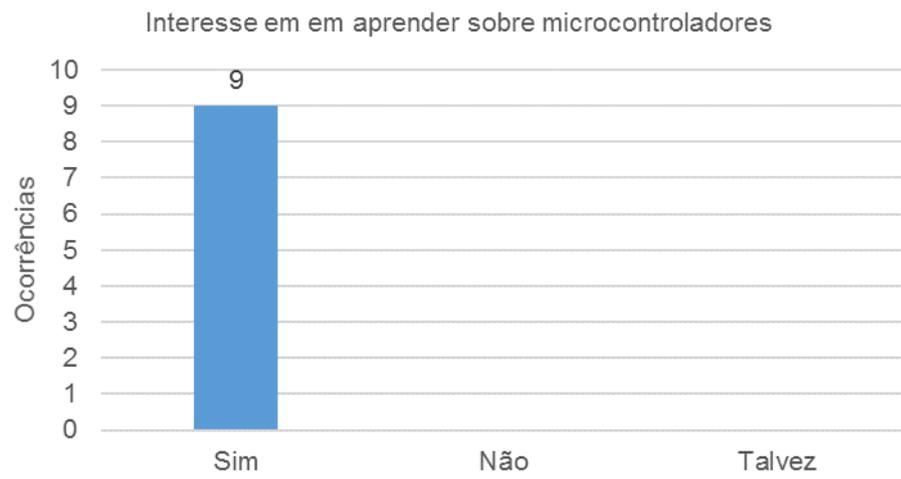
Respostas	
4	São partes muito importante sobre o curso, pois quanto um quanto o outro auxiliam bastante no entendimento do processo.
5	Achei de fácil acesso, pois quando houve dúvidas foi perguntado ao professor e ele sanava todas as dúvidas com a maior clareza possível (gostaria que houvesse um estilo minicurso sobre microcontroladores e também sobre programação. Tenho vários colegas que iram aderir no curso).
6	Todos bem planejados, funcionamento perfeitamente.
7	Quanto ao kit, é totalmente válido e para os primeiros contatos com microcontroladores é muito bom. Na <i>protoboard</i> é necessário que a pessoa saiba utilizar bem o kit e o simulador.
8	Os três métodos são essenciais para o aprendizado de microcontroladores, necessitando, assim, de um estudo mais a fundo.
9	Circuitos muito simples. Aprendemos mais o porque funciona do que como funciona.

Fonte: Autores.

4.3.5 Você tem interesse em aprender sobre microcontroladores?

Foram avaliadas 9 respostas a respeito do interesse dos alunos em aprender sobre microcontroladores. Todos os alunos responderam “Sim” (Gráfico 31).

Gráfico 31 – Interesse em aprender sobre microcontroladores.



Fonte: Autores.

5 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo apontam que, nos cursos técnicos, tecnológicos e superiores, as disciplinas que ensinam microcontroladores geralmente possuem o nome de Microcontroladores ou Sistemas Microcontrolados, o que expõe o tema a ser estudado logo no nome da disciplina.

Na maioria dos casos analisados, a carga horária total da disciplina é de 60 ou 72 horas, com número de aulas teóricas em 36 ou 30 horas e número de horas práticas de 30 ou 36 horas. Isso demonstra um equilíbrio entre as aulas teóricas e práticas, comprovando, assim, a importância das duas abordagens no processo de ensino-aprendizagem.

Os microcontroladores mais empregados são os da família PIC e 8051, juntamente com as linguagens de programação Assembly e C. Nota-se que essas famílias de microcontroladores são geralmente empregadas nas disciplinas iniciais e que os microcontroladores ARM, mais avançados, são utilizados por cursos que possuem mais de uma disciplina de ensino de microcontroladores e/ou possuem parceria com indústrias.

Em relação à ordem de emprego dos métodos de ensino prático, a simulação é comumente empregada em primeiro lugar, havendo empate técnico entre o kit educacional e a montagem em segundo lugar e, em terceiro lugar, vem a montagem. Os três métodos práticos são importantes e não excludentes entre si para o processo de ensino-aprendizagem de microcontroladores, tese reforçada pela análise das respostas dos alunos.

A simulação de circuitos tem como vantagem a montagem e a visualização das ligações e dos componentes virtualmente, evitando a danificação de componentes e preparando o aluno para montagens iniciais, permitindo a verificação de resultados prévios de montagens mais complexas. O *software* de simulação mais utilizado é o Proteus Design Suite.

Porém, tem como desvantagens o tempo necessário, a possibilidade de erros de montagem e de ligações. E, ainda, é pouco intuitiva, dificultando a compreensão e a aprendizagem de alunos iniciantes.

Os kits educacionais facilitam o planejamento e a execução das aulas, pois dispensam o tempo de montagem dos componentes e evitam erros daí decorrentes,

evitando o não funcionamento do circuito ou queima de componentes. O kit educacional mais utilizado é o XM118 - PIC18F EXSTO e os microcontroladores da família PIC são os mais empregados nos kits.

Apresenta como vantagem a possibilidade de testar circuitos mais complexos, que são inviáveis de montar durante uma aula de curta duração, ou por repetição de montagem já realizada. Por outro lado, há o engessamento, que impossibilita a observação das ligações e alteração de algumas portas e componentes, o que, para iniciantes, pode trazer certo grau de dificuldade.

A montagem de circuitos traz um maior contato e visualização das ligações e dos componentes, fator importante para alunos mais experientes e com conhecimento de componentes eletrônicos. . A montagem em protoboard é a mais empregada para o ensino de microcontroladores. Como desvantagem, pode ser citado o tempo de montagem dos componentes, o grau de dificuldade que pode apresentar para os alunos iniciantes, com pouco ou nenhum conhecimento a respeito de componentes eletrônicos e a plausibilidade de erros na montagem ou ligação, com o não funcionamento do circuito e queima de componentes. Também como desvantagem, encontram-se as montagens mais complexas, demandando um trabalho básico inicial, seguido de grande dispêndio de tempo para completa-la

A metodologia de ensino *bottom-up* e a *top-down* apresentaram um empate técnico. Recomenda-se não serem tratadas como métodos únicos e absolutos, devendo ser analisado o contexto em que se pretende a aplicação, em razão das situações e variáveis próprias do público alvo do processo ensino-aprendizagem.

Entre as dificuldades da elaboração desta dissertação, tem-se a falta de colaboração dos professores da área: De 32 questionários *web* enviados por e-mail, apenas 8 foram respondidos. É inegável que a maior parte dos professores que responde a esse tipo de estudo, um dia esteve na mesma situação. Em um dos e-mails respondidos, o professor solicita aos seus colegas que, se possível, colaborem respondendo ao questionário, e relata que “Desculpem-me por importuná-los, mas, no meu doutorado passei por situação que me lembrou esta e foi muito importante a colaboração dos colegas”.

É evidente que as atribuições do dia-a-dia dos professores acabam por tomar muito seu tempo, não permitindo, muitas vezes, a elaboração ou estudo de uma

nova forma de ensino. Com isso, via de regra, se mantêm atrelados ao que já foi feito e repetido muitas vezes, sem adequar aos alunos e contexto em que leciona.

6 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos neste estudo foram alcançados, através da pesquisa bibliográfica e coleta de dados, onde se verificou a existência uma gama de recursos para o ensino de microcontroladores, com alguns se destacando e formando um padrão.

Devido à peculiaridades regionais e parcerias com a indústria, cabe ao professor identificar qual o nível de aprofundamento necessário para a disciplina e para qual mercado de trabalho o aluno precisa ser preparado, partindo disso para escolher os recursos de ensino apropriados.

Visualizadas as dificuldades dos professores e alunos, frente à complexidade da matéria e pouca adequação da bibliografia, foram elaboradas algumas proposições, dirigidas à padronização e facilitação do ensino.

A nomenclatura da disciplina básica poderia ser padronizada como Microcontroladores e, para a disciplina avançada de ensino, Microcontroladores II. Isso facilitaria a visualização em qualquer grade curricular nacional.

Em razão da extensão e complexidade do conteúdo, a carga horária total poderia ser de 60 horas, dividida em 30 horas teóricas e 30 horas práticas.

Na disciplina de base, Microcontroladores, poderia ser usado o microcontrolador 8051 ou o PIC18F4550, que possui módulo interno USB, e na disciplina Microcontroladores II, um microcontrolador da família ARM.

Utilizar a linguagem de programação Assembly e C nas aulas teóricas, e nas aulas práticas, utilizar a linguagem de programação C. Com isso, possibilitando uma abrangência e fluidez maior do conteúdo ao longo do semestre, devido a linguagem C ser mais fácil e rápida de se programar.

Utilizar os três métodos de ensino prático de microcontroladores, iniciando com a simulação no software Proteus, passando para o kit educacional e finalizando com a montagem em *protoboard*.

Utilizar a metodologia de ensino *botton-up*, iniciando a disciplina com o conteúdo teórico e no decorrer do semestre passando para o conteúdo prático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AE. **Universidade Federal de Pelotas**. Disponível em <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxkaWVnb3JhZmFlbG1vcmlFlc3xneDo0YmQxNDVhZTAxMmJlZWEx>>. Acesso em maio de 2017.

ANASTASIOU, Léa; ALVES, Leonir P. **Processos de Ensino na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 8. Ed. Joinville: UNIVILLE, 2009.

ANDRADES, J. C. C.; PITHON, A. J. C.; CUNHA, P. J. M. **Repensando a Relação Teoria-Prática na Aprendizagem de Microcontroladores**. Gramado - RS, COBENGE, 2013.

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em março de 2016.

ATMEL. **Atmel Corporation**. Disponível em <<http://www.atmel.com>>. Acesso em setembro de 2016.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano. Edições Técnicas. Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view, 2006.

BARRAGÁN, H.; BRETT H.; BREVIG, A. **Wiring**. Disponível em <<http://www.wiring.org.co>>. Acesso em abril de 2016.

BREIJO, E. G. **Compilador C CCS y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC**. 1. ed. México: Alfaomega, 2008.

CCS. **Custom Computer Services, Inc**. Disponível em <<http://www.ccsinfo.com>>. Acesso em março de 2016.

CTISM. **Colégio Técnico Industrial de Santa Maria - UFSM**. Disponível em <<http://www.ctism.ufsm.br/arquivos/ementas/eletronica/subsequente/mim.pdf>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Colégio Técnico Industrial de Santa Maria - UFSM**. Disponível em <<http://www.ctism.ufsm.br/arquivos/ementas/automacao-industrial/subsequente/mim.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Colégio Técnico Industrial de Santa Maria - UFSM**. Disponível em <http://www.ctism.ufsm.br/arquivos/ementas/eletronica-industrial/DPADI_0138_MICROCONTROLADORES_I.pdf>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Colégio Técnico Industrial de Santa Maria - UFSM.** Disponível em <http://www.ctism.ufsm.br/arquivos/ementas/electronica-industrial/DPADI_0149_MICROCONTROLADORES_II.pdf>. Acesso em maio de 2017d.

DOXSEY J. R.; DE RIZ, J. Metodologia da pesquisa científica: apostila. ESAB - Escola Superior Aberta do Brasil, 2002-2003.

ETEC. **Centro Paula Souza – SP.** Disponível em <http://etectm.com/images/PTD/PTD_1sem2016/PTDs-AIM_Tecnico1s2016.pdf>. Acesso em maio de 2017.

EXSTO. **Exsto tecnologia.** Disponível em <<http://exsto.com.br>>. Acesso em março de 2016.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica:** apostila. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2002. 127 p.

FRY, B.; REAS, C. **Processing.** Disponível em <<https://www.processing.org>>. Acesso em abril de 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos e pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

_____. **Metodologia do ensino superior.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

HP.SPIN. **HP.SPIN.** Disponível em <<http://www.hpspin.com.br/site1/programacao/arquitetura.php>>. Acesso em setembro de 2015.

ICCP. **Pedagogía.** La Habana: Pueblo y Educación, 1988.

IFMG. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.** Disponível em <<http://www.ouropreto.ifmg.edu.br/documentos/PPCAutomaolIndustrialFINAL.pdf>>. Acesso em maio de 2017.

IFPB. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.** Disponível em <<https://editor.ifpb.edu.br/campi/joao-pessoa/cursos/cursos-superiores-de-tecnologia/automacao-industrial/ementas/6o-periodo/6%20-%20Microcontroladores.pdf>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.** Disponível em <https://editor.ifpb.edu.br/campi/cajazeiras/cursos/cursos-superiores-de-tecnologia/automacao-industrial/ementas/4o-periodo/4p_micro.pdf>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.** Disponível em <<https://editor.ifpb.edu.br/campi/joao-pessoa/cursos/cursos-superiores-de-bacharelado/engenharia-eletrica/ementas/EE-IFPB-v11-MAI-15.pdf>>. Acesso em maio de 2017c.

IFPR. **Instituto Federal do Paraná**. Disponível em <<http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2010/12/Plano-de-Curso-Telecomunicações.pdf>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal do Paraná**. Disponível em <<http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/04/TECNICO-EM-ELETRONICA-Integrado.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Instituto Federal do Paraná**. Disponível em <<https://drive.google.com/file/d/0B1k2x9ArZvaIOFIIZVR4TUVmaXc/view>>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Instituto Federal do Paraná**. Disponível em <<http://telemaco.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/12/PPC-Automação-Integrado.pdf>>. Acesso em maio de 2017d.

IFRJ. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense**. Disponível em <<http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/campos-centro/cursos/bacharelado/engenharia-de-controle-e-automacao/ementas-1/6o-periodo/microprocessadores-e-microcontroladores.pdf>>. Acesso em maio de 2017.

IFRN. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**. Disponível em <http://portal.ifrn.edu.br/ensino/cursos/cursos-tecnicos-de-nivel-medio/tecnico-integrado/tecnico-em-equipamentos-biomedicos/at_download/coursePlan>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**. Disponível em <<http://portal.ifrn.edu.br/campus/natalcentral/arquivos/plano-de-curso-automacao-industrial>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**. Disponível em <<http://portal.ifrn.edu.br/conselhos/consup/resolucoes/2014/resolucao-no-18-2014>>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**. Disponível em <http://portal.ifrn.edu.br/ensino/cursos/cursos-tecnicos-de-nivel-medio/tecnico-integrado/tecnico-em-mecatronica/at_download/coursePlan>. Acesso em maio de 2017d.

IFRS. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul**. Disponível em <http://portal2.ifsul.edu.br/proen/adm/documento_programa/CMQ_CMQ.AUT_I_206333_CMQ_DEN_266_Microcontroladores_2015_1.pdf>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul**. Disponível em <http://www.farroupilha.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201701813115890bibliografias_atualizadas_-_2017.pdf>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.** Disponível em <<https://drive.google.com/open?id=0B47ziqXBaQ-I dmhsUVVOZTNwbkE>>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.** Disponível em <http://www.restinga.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20153895813295ppc_integrado_eletronica_28_04_final.pdf>. Acesso em maio de 2017d.

_____. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.** Disponível em <http://www.riogrande.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2015516113331892014224114613623integrado_automacao_industrial.pdf>. Acesso em maio de 2017e.

IFSC. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.** Disponível em <<http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/MIC-EngTel>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://cursos.chapeco.ifsc.edu.br/engenharia/wp-content/uploads/sites/2/2017/03/PPC-2015-V2-Engenharia-de-Controle-e-Automacao-IFSC-Chapeco.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://cs.ifsc.edu.br/portal/files/CEPE2014/CEPE_PPC_Curso_Superior_Eng_Mecatronica_Criciuma_14_08_14.pdf>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://www.florianopolis.ifsc.edu.br/images/stories/ppc/Integrados/ppc%20cti%20eletronica%202015.pdf>>. Acesso em maio de 2017d.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/electronica/files/2015/08/PPC_Tecnico_Electronica_SUBSEQUENTE.pdf>. Acesso em maio de 2017e.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/electronica/files/2013/10/ppc_cstse_2009_1.pdf>. Acesso em maio de 2017f.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/electronica/files/2013/10/PPC_Eng_ELN_Versao_Divulgacao.pdf>. Acesso em maio de 2017g.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://www.florianopolis.ifsc.edu.br/images/stories/ppc/graduacao/ppc_eng_eltrica_dae_cf_ifsc_2014.10_v2.4%20-%20publicacao.pdf>. Acesso em maio de 2017h.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://cs.ifsc.edu.br/portal/files/florianopolis_PPC_engenharia_mecatronica.pdf>. Acesso em maio de 2017i.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://cs.ifsc.edu.br/portal/files/ITAJAI_ENG_ELETRICA_PPC_1416_NOVO.pdf>. Acesso em maio de 2017j.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://gw.ifsc.edu.br/site/images/stories/sitepdf/ensino/PPC_Engenharia_Eletrica_a_provado.pdf>. Acesso em maio de 2017l.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://cs.ifsc.edu.br/portal/files/JOINVILLE_ENG_ELETRICA_AO_PPC_906.pdf>. Acesso em maio de 2017m.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://cs.ifsc.edu.br/portal/files/LAGES_PPC__Mecatrônica.pdf>. Acesso em maio de 2017n.

_____. **Instituto Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/9/93/PPC-engtelecom.pdf>>. Acesso em maio de 2017. (o)

IFT. **Instituto Federal de Educação do Tocantins.** Disponível em <<https://palmas.ifto.edu.br/index.php/component/phocadownload/category/1-edital?download=528:sistemas-eletricos-eletronica-digital-e-microcontroladores>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Instituto Federal de Educação do Tocantins.** Disponível em <<https://palmas.ifto.edu.br/index.php/component/phocadownload/category/2-documentos-internos?download=1881:10082015103312-ppc-engenharia-eltrica25052015>>. Acesso em maio de 2017b.

KATO, E. R. R. **MÉTODO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE “LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES E APLICAÇÕES” DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA UFSCAR.** GRAMADO – RS, COBENGE, 2013.

LABCENTER. **Labcenter Electronics Ltd.** Disponível em <<http://www.labcenter.com>>. Acesso em março de 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho Científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEGRAND, L. **A didática da reforma: um método ativo para a escola de hoje.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão escolar: teoria e prática.** 4ª ed. Goiânia: Editora alternativa. 2001.

MCROBERTS, M. **ARDUINO BASICO.** São Paulo: NOVATEC, 2011.

MEKONNEN, M. **Automatic Protoboard Layout from Circuit Schematics**. 2014. 101 p. Dissertação (Mestrado de Engenharia: Engenharia Elétrica e Ciência da Computação) – Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2014.

MELCONIAN, S. **Elementos de Máquinas**. 6ª Edição. Editora Érica LTDA, 2005.

MICROCHIP. **Microchip Technology Inc.**. Disponível em <<http://www.microchip.com>>. Acesso em março de 2016.

_____. **Microchip Technology Inc.**. Disponível em <http://ww1.microchip.com/downloads/pr_archive/en/en013045.pdf>. Acesso em março de 2017.

MIKROE. **MikroElektronika**. Disponível em <<http://www.mikroe.com>>. Acesso em março de 2016.

MIYADAIRA, A. N. **Microcontroladores PIC18 – Aprenda e Programe em Linguagem C**. 1ª Edição. São Paulo, SP: Editora Érica Ltda, 2010.

MORIMOTO, C. E. **Hardware, o Guia Definitivo**. Editora GDH Press e Sul Editores, 2007.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: prendizado e desenvolvimento, um processo sócio histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1993.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o projeto políticopedagógico da escola**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2001.

REIS, L. G. **Produção de monografia da teoria a prática: o método de educar pela pesquisa**. 2. ed. Brasília: Senac, 2008.

REZENDE, E. S. D. **ELEMENTOS NORTEADORES DO PLANEJAMENTO ESCOLAR GUIDING ELEMENTS OF SCHOOL PLANNING**. Disponível em <https://www.posgraduacaoredentor.com.br/hidden/path_img/conteudo_542474491eeb5.pdf>. Acesso em maio de 2016.

ROGERS, C. **Liberdade de aprender em nossa década**. 12 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

SANT'ANNA, F. M.; ENRICONE, D.; ANDRÉ, L.; TURRA, C. M. **Planejamento de ensino e avaliação**. 11. ed. Porto Alegre: Sagra / DC Luzzatto, 1995.

SIMPLICIO, F. **A arte de aprender Linguagem C com mikroC for PIC**. São Paulo, SP: MICROGENIOS, 2010.

SMOLNIKAR, M.; MOHORCIC, M. **A Framework for Developing a Microchip PIC Microcontroller Based Applications**. Wseas Transactions on Advances in Engineering Education, 1790-1799, 2008.

SOUZA, V. A. **Programação em C para o PIC18F4550 – Baseado no mikroC com Exemplos de Touch Screen.** São Paulo: Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda, 2010a.

_____. **Proteus: Simulação, Esquemas e Layouts.** São Paulo: Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda, 2010b.

SPUDEIT, D. **ELABORAÇÃO DO PLANO DE ENSINO E DO PLANO DE AULA.** RIO DE JANEIRO, 2014. Disponível em <<http://www.unirio.br/unirio/cchs/eb/arquivos/licenciatura/ELABORACAO%20DO%20PLANO%20DE%20ENSINO%20E%20DO%20PLANO%20DE%20AULA.pdf>>. Acesso em maio de 2016.

TANENBAUM, A. S. **Organização estruturada de computadores.** 5ª edição. São Paulo, SP: Editora Pearson, 2007.

TEXAS. **Texas Instruments.** Disponível em < <http://www.ti.com>>. Acesso em setembro de 2016.

UFG. **Universidade Federal de Goiás.** Disponível em <http://www.emc.ufg.br/~jwilson/pdf/Plano_de_Ensino_Microprocessadores_2017_1.pdf>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Federal de Goiás.** Disponível em <http://www.emc.ufg.br/~jwilson/pdf/Plano_de_Ensino_Lab_Microprocessadores_2016_2.pdf>. Acesso em maio de 2017b.

UFL. **Universidade Federal de Lavras.** Disponível em <https://sig.ufla.br/modulos/publico/matrizizes_curriculares/gerar_ementa.php?cod_disciplina=2169>. Acesso em maio de 2017.

UFPel. **Universidade Federal de Pelotas.** Disponível em <http://inf.ufpel.edu.br/site/wp-content/uploads/2016/06/ppc_v6_cc.pdf>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Federal de Pelotas.** Disponível em <<http://inf.ufpel.edu.br/site/wp-content/uploads/2011/06/Projeto-Politico-Pedagogico-Engenharia-de-Computa%C3%A7%C3%A3o-UFPel.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Universidade Federal de Pelotas.** Disponível em <<http://wp.ufpel.edu.br/cee/files/2013/04/PPC-EE-2016-aprovado-COCEPE-em-Junho.pdf>>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Universidade Federal de Pelotas.** Disponível em <<http://wp.ufpel.edu.br/ceca/files/2013/04/PPC-ECA-Junho-de-2016.docx>>. Acesso em maio de 2017d.

UFSC. **Universidade Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://deel.ufsc.br/files/2012/09/EEL7030.pdf>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://deel.ufsc.br/files/2012/09/EEL7030.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Universidade Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157104/ARA7511-Microprocessadores%20e%20Microcontroladores.pdf?sequence=47&isAllowed=y>>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Universidade Federal de Santa Catarina.** Disponível em <<http://mecatronica.ufsc.br/files/2016/12/PPC-Mecatronica-2016-v21.pdf>>. Acesso em maio de 2017d.

_____. **Universidade Federal de Santa Catarina.** Disponível em <http://aeroespacial.joinville.ufsc.br/files/2016/03/PPC-Atualizado-2016_V5.pdf>. Acesso em maio de 2017e.

UNESP. **Universidade Estadual Paulista.** Disponível em <<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/sm-ii.pdf>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Estadual Paulista.** Disponível em <<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/sm-i.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

UNIPAMPA. **Universidade Federal do Pampa.** Disponível em <<http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/MIC-EngTel>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Federal do Pampa.** Disponível em <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariaeletrica/wp-content/blogs.dir/4/files/2010/08/Microcontroladores.pdf>>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Universidade Federal do Pampa.** Disponível em <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciadacomputacao/disciplinas/al0105-microcontroladores/>>. Acesso em maio de 2017c.

UNIPLAC. **Universidade do Planalto Catarinense.** Disponível em <<https://www.uniplaclages.edu.br/planodeensino/visualiza/29061/microprocessadores-microcontroladores>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade do Planalto Catarinense.** Disponível em <<https://www.uniplaclages.edu.br/planodeensino/visualiza/29385/microcontroladores>>. Acesso em maio de 2017b.

UTFPR. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/curitiba/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-eletronica/planos-de-ensino/5o-periodo-1/el66a-microcontroladores/view>>. Acesso em maio de 2017a.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://bioserver.cpgei.ct.utfpr.edu.br/disciplinas/sistmicro/docs/PLANO_DE_ENSINO_E_AULAS_Sistemas_microcontrolados_EL66H-1-sem-2017.pdf>. Acesso em maio de 2017b.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/cursos/tecnologias/Ofertados-neste-Campus/sistemas-de-telecomunicacoes/planos-de-ensino/3o-periodo/EI83E-%20Sistemas%20Microcontrolados.pdf/at_download/file>. Acesso em maio de 2017c.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-de-controle-e-automacao/planos-de-ensino/7o-periodo/et67e-sistemas-microcontrolados/at_download/file>. Acesso em maio de 2017d.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-eletrica/planos-de-ensino/7o-periodo/et67e-sistemas-microcontrolados/at_download/file>. Acesso em maio de 2017e.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-eletronica/planos-de-ensino/5o-periodo-1/el66a-microcontroladores/at_download/file>. Acesso em maio de 2017f.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0B9h2P30FfOuyfIBsakZHQ2w2X1FMUXh2Ry1QelJUbxQ1QTJtczdc3plRzZIR2dpcFhHdWc>>. Acesso em maio de 2017g.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.coele.com.br/public_planos/LT36D.pdf>. Acesso em maio de 2017h.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.cp.utfpr.edu.br/planodeensino/P.E%20Engenharia%20da%20Computacao/6%20PER/IF66D_SISTEMAS_MICROCONTROLADOS_C61.pdf>. Acesso em maio de 2017i.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.cp.utfpr.edu.br/planodeensino/P.E%20Eng.%20de%20Controle%20e%20Automacao/7%20PERIODO/ET37I_SISTEMAS_MICROCONTROLADOS_A71.pdf>. Acesso em maio de 2017j.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.cp.utfpr.edu.br/planodeensino/P.E%20Eng.%20Eletrica/7%20PER/ET37I_SISTEMAS_MICROCONTROLADOS_E71.pdf>. Acesso em maio de 2017l.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/medianeira/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-eletrica/disciplinas/planos-de->

ensino/8p_Sistemas_Microcontrolados_OP62O_Resumido.pdf>. Acesso em maio de 2017m.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/cursos/coenc/disciplinas-e-professores/disciplinas/planos-de-ensino/periodo-6/sm26cp>>. Acesso em maio de 2017n.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/cursos/coelt/planos-de-ensino-1/6/SM26EL.doc>>. Acesso em maio de 2017o.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/pontagrossa/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/engenharia-eletronica/planos-de-ensino/Plens%20ET36B%20Microcontroladores.pdf/at_download/file>. Acesso em maio de 2017p.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/pontagrossa/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/ciencia-da-computacao/planos-de-ensino/4o-periodo/cc34b-sistemas-microcontrolados/at_download/file>. Acesso em maio de 2017q.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <http://www.utfpr.edu.br/pontagrossa/cursos/tecnologias/Ofertados-neste-Campus/tecnologia-em-automacao-industrial/planos-de-ensino/2o-periodo/ai32c-sistemas-microprocessados/at_download/file>. Acesso em maio de 2017r.

_____. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/toledo/alunos/planos-de-ensino/coele-coordenacao-de-engenharia-eletronica/ET47DMicrocontroladoresGRADE28WEB.pdf>>. Acesso em maio de 2017s.

WERNER, D.; BOWER, B. **Aprendendo e ensinando a cuidar da saúde.** 3. ed. São Paulo: Paulinas, 1984.