



PLACA DIDÁTICA DE ELETRÔNICA DIGITAL COMO FERRAMENTA FACILITADORA PARA AULAS LABORATORIAIS

Fábio L. de Almeida S. Jr.¹ – fabioalmd@gmail.com

Ana P. P. Silva¹ – anapaulasilva@alu.ufc.br

Leila M. Rodrigues de S.¹ – rodrigues.leila@gmail.com

Jermana L. de Moraes¹ – jermanalopes@gmail.com

Rômulo N. de C. Almeida¹ – rnunes@ufc.com.br

¹ Universidade Federal do Ceará
Rua Estanislau Frota, S/N – Centro
CEP 62010-560 – Sobral – Ceará

Resumo: *A disciplina de Eletrônica Digital é um dos primeiros contatos que os alunos dos cursos de engenharia têm com aulas práticas e tem grande importância no desenvolvimento criativo e perceptivo dos alunos. Por outro lado, as dificuldades encontradas na prática desta disciplina, muitas vezes, causam grande desestímulo e gera desinteresse nos alunos para desenvolvimento de projetos e aprofundamento dos conceitos teóricos, até mesmo levar a reprovação ou evasão da disciplina. Este projeto propõe a utilização dos conceitos teóricos da disciplina de Eletrônica Digital e a utilização do software Proteus para a criação de uma placa didática de eletrônica digital com diversos componentes não interligados entre si, como: sensores, LEDs, displays, motor DC, entre outros, visando minimizar essas dificuldades na prática da disciplina, bem como ajudar na aprendizagem, despertar a capacidade de análise e incentivar a criatividade e autonomia dos alunos no desenvolvimento de projetos digitais.*

Palavras-chave: *Placa didática, Eletrônica Digital, Proteus.*

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas digitais têm contribuído significativamente com o progresso tecnológico (VAHID, 2008). As técnicas digitais são cada vez mais difundidas, um exemplo disso é o atual processo de abandono das transmissões analógicas por canais de televisão (FEITOSA, 2015). Esse tipo de mudança sinaliza aspectos relevantes na área da Eletrônica Digital. Projetistas de sistemas digitais, sejam eles engenheiros eletricitas, engenheiros de computação ou de teleinformática devem possuir uma formação consistente para desenvolver aplicações dessa ordem.

Ao equiparar técnicas digitais e analógicas é possível perceber, na prática, que circuitos digitais possuem uma organização mais elementar (TOCCI, 2011).



Apesar dessa facilidade, alguns estudos revelam que os alunos ainda possuem um domínio confuso sobre o projeto de circuitos digitais. O estudo desenvolvido por Santos (2014) expõe a dificuldade que alunos dos cursos de bacharelado em Física e áreas afins possuem em incorporar conceitos básicos de circuitos eletrônicos. O aluno não consegue associar conceitos teóricos com a prática laboratorial. Foi proposto o uso do software Proteus como ferramenta de apoio às aulas laboratoriais. Segundo ele, o processo de simular não envolve o medo de danificar componentes ou mesmo não saber reconhecer componentes danificados.

Contudo, acredita-se que o método de aprendizagem tradicional no qual o ensino se apoia sobre aulas teóricas e práticas não é suficiente para minimizar as dificuldades apresentadas pelos alunos. Apesar da simulação de circuitos digitais ser inserida como ferramenta de apoio ao ensino, ela sozinha não é eficaz (AMARAL e DA SILVA MARTINS, 2012).

O projeto político pedagógico dos cursos de engenharia da computação, elétrica ou teleinformática (Coordenação do Curso de Engenharia da computação – UFC/Sobral, 2008; Coordenação do Curso de Engenharia elétrica – UFC/Sobral, 2008; Pró-reitoria de Graduação – UFC/Fortaleza, 2003) apresenta a disciplina de Eletrônica Digital como o primeiro contato do aluno com aplicações digitais. Após passar pela base teórica de Cálculo e Física, o aluno é inserido em um ambiente totalmente novo, onde ele tem que ser capaz de manipular equipamentos e componentes, algumas vezes abstratos.

Aliado aos estudos desenvolvidos anteriormente e procurando contribuir para a melhoria do ensino prático da disciplina de Eletrônica Digital, este trabalho propõe a construção de uma placa digital didática. O desenvolvimento dessa placa é sustentado por pesquisas entre os alunos e consultas a profissionais da área. Uma vez que há na Eletrônica Digital conceitos inalterados, como por exemplo, os relacionados a álgebra booleana, circuitos combinacionais e circuitos sequenciais; busca-se desenvolver uma placa digital didática que possa fazer com o aluno incorpore esses conceitos da disciplina por meio de aplicações digitais simples.

2 OBJETIVOS

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma placa didática que atue como ferramenta de apoio às aulas práticas da disciplina de Eletrônica Digital; provando que é possível melhorar a qualidade do ensino da disciplina por meio de pesquisa e inovação de ferramentas educacionais, contribuindo assim para o desenvolvimento de novas placas digitais didáticas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um sistema digital é uma combinação de dispositivos projetados para lidar com informações lógicas ou com quantidades físicas representadas de forma digital, ou seja, estas quantidades só podem assumir valores discretos. (TOCCI, 2011).

3.1 Placas digitais didáticas

Uma placa digital didática pode ser definida como um conjunto de arranjos de blocos lógicos digitais e por vezes, uma ou outra aplicação analógica. A principal finalidade desse tipo de placa é facilitar as práticas laboratoriais de componentes curriculares de engenharia elétrica e hardware, como por exemplo, a disciplina de Eletrônica Digital. (SOUZA *et al.*, 2012).

A estrutura desse tipo de placa, geralmente, constitui-se da integração dos seguintes componentes: multiplexadores, *flip-flop*, *displays*, entre outros. Além de possuir componentes



básicos a praticamente todas as aplicações eletrônicas, como resistores e potenciômetros (FERREIRA, 1998).

As aulas práticas da disciplina de Eletrônica Digital, usualmente, dispõem de bancadas didáticas como ferramenta de apoio ao ensino. Essas bancadas são módulos complexos que além de abstratos, costumam possuir um preço relativamente elevado de aquisição no mercado. Em contrapartida, as placas digitais didáticas além de possuírem uma manipulação facilitada, encaixam-se na categoria de equipamentos de baixo custo (MENDONZA, 2011). Desse modo, o desenvolvimento de aplicações desse tipo tem sido a alternativa que professores e alunos encontraram para preservar-se da falta de recursos e melhorar a qualidade do ensino (GONÇALVES, 2001).

3.2 Software de simulação

Softwares de simulação eletrônica como o Proteus, por exemplo, são ferramentas primordiais para o desenvolvimento de uma placa digital didática. (SANTOS, 2014).

Proteus VSM

No Proteus, módulos trabalham em conjunto fornecendo todas as ferramentas necessárias ao desenvolvimento de uma placa didática digital (ANACOM ELETRÔNICA LTDA, 2010). Dentre eles:

- **ISIS – Intelligent Schematic Input System (Sistema de entrada de esquemático inteligente):** ferramenta para desenvolvimento de esquemáticos, sendo possível gerar projetos, relatórios e outras funcionalidades relacionadas ao esquemático.
- **ARES – Advanced Routing and Editing Software (Roteamento Avançado e Edição de software):** o desenvolvimento de *layouts* (PCB) é realizado no ARES, onde através de uma interface própria, pode-se importar o esquemático do ISIS, definir padrão de trilhas, vias, etc.

3.3 Entradas digitais/analógicas

As entradas digitais podem ser definidas como o campo de interação responsável pela aquisição de dados digitais. Essa recepção de dados se dá através de sensores ópticos como o LDR, sensores infravermelho, botões de interrupção, etc. (SILVA, 2005).

Sensor LDR

O LDR (*Light Dependent Resistor*) possui a interessante característica de ser um componente eletrônico cuja resistência elétrica diminui quando energia luminosa é incidida sobre ele. Com isso, é possível construir sensores que são ativados ou desativados de acordo com essa energia luminosa. (GUTIERRE, 2017).

Sensor infravermelho

É um exemplo de um sensor digital simples, onde apenas dois estados são possíveis de acordo com o bloqueio ou passagem do feixe de luz incidente (MICHA, 2011).

Organização



Promoção





Sensor de temperatura LM35

A série LM35 são circuitos integrados de precisão com uma tensão de saída linearmente proporcional a temperatura (TEXAS INSTRUMENTS, 2016).

3.4 Saídas digitais

Ao contrário das entradas, as saídas digitais atuam como ponto de transmissão de dados. Como exemplo pode-se citar o uso de *leds*, *buzzer*, *displays*, etc. (FERREIRA, 1998).

Buzzer

O *buzzer* é um componente eletrônico que recebe uma fonte de energia e através dela emite uma frequência sonora (EAST, 2005).

Display de 7 segmentos do tipo catodo comum

É caracterizado como um mostrador de 7 segmentos compostos por *led*. Essa saída digital permite a representação de números decimais de 0 a 9 e algumas letras e símbolos. O tipo catodo é aquele que possui todos os catodos dos leds interligados sendo necessário aplicar nível lógico 1 nos respectivos anodos para acender os segmentos. (CAPUANO; IDOETA, 2012).

3.5 Outros componentes

LM555

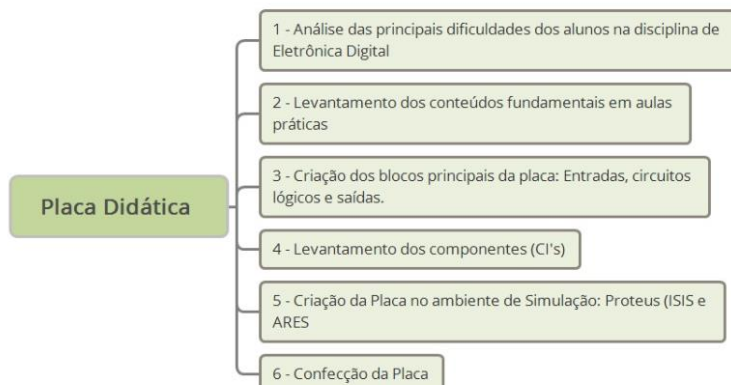
O LM555 é um CI temporizador muito utilizado. Ele pode operar no modo monoastável (um estado estável) gerando atrasos de tempo precisos da ordem de microssegundos até horas ou no modo astável (ausência de estado estável) produzir ondas retangulares com ciclo de operação variável (MALVINO; BATES, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A placa didática de eletrônica digital será utilizada no auxílio das aulas práticas da disciplina. A metodologia utilizada para seu desenvolvimento apresenta-se no diagrama de blocos da “Figura 1”, na qual pode-se observar as etapas de execução para sua concepção.



Figura 1 – Diagrama de blocos da metodologia de desenvolvimento do projeto.



Foi realizada uma pesquisa com alunos a respeito da disciplina de Eletrônica Digital, de modo que se pudesse observar a necessidade de implementação da placa didática e como ela deveria ser desenvolvida.

Para o seu desenvolvimento realizou-se um levantamento de componentes básicos de eletrônica digital somados a outros que tornariam as aulas práticas mais diversificadas. Esta lista foi necessária para o desenvolvimento do projeto, de modo que pudesse conter componentes suficientes para o estudo prático e estivesse de acordo com o conteúdo ensinado.

Na “Tabela 1” estão listados os componentes bem como suas quantidades mínimas no geral utilizadas em aulas práticas da disciplina de eletrônica digital por bancada:

Tabela 1 – Lista de componentes para utilização na placa didática de eletrônica digital.

Componente	Quantidade
<i>Buzzer</i>	1
Chave alavanca de duas posições	4
Chave tátil de duas posições	4
Circuito integrado BCD/Display de 7 segmentos	4
Circuito integrado de contador de década	1
Circuito integrado de flip-flop J-K com preset e clear	2
Circuito integrado de multiplexador/demultiplexador	2
Circuito integrado de portas lógicas <i>AND</i>	2
Circuito integrado de portas lógicas <i>NO</i>	1
Circuito integrado de portas lógicas <i>OR</i>	1
Circuito integrado decodificador BCD/Decimal	1
Diodo emissor de luz (LED)	8
<i>Display</i> de 7 segmentos	4
Fotorresistor (LDR)	2
Gerador de onda quadrada LM555	2
Motor DC	1
Sensor de temperatura (LM35)	1
Sensor infravermelho	2

Os componentes presentes nesta lista foram divididos em componentes de entrada, saída e circuitos lógicos, também foi inserido um banco de cargas capacitivas e resistivas muito utilizados em circuitos digitais e um regulador de tensão.

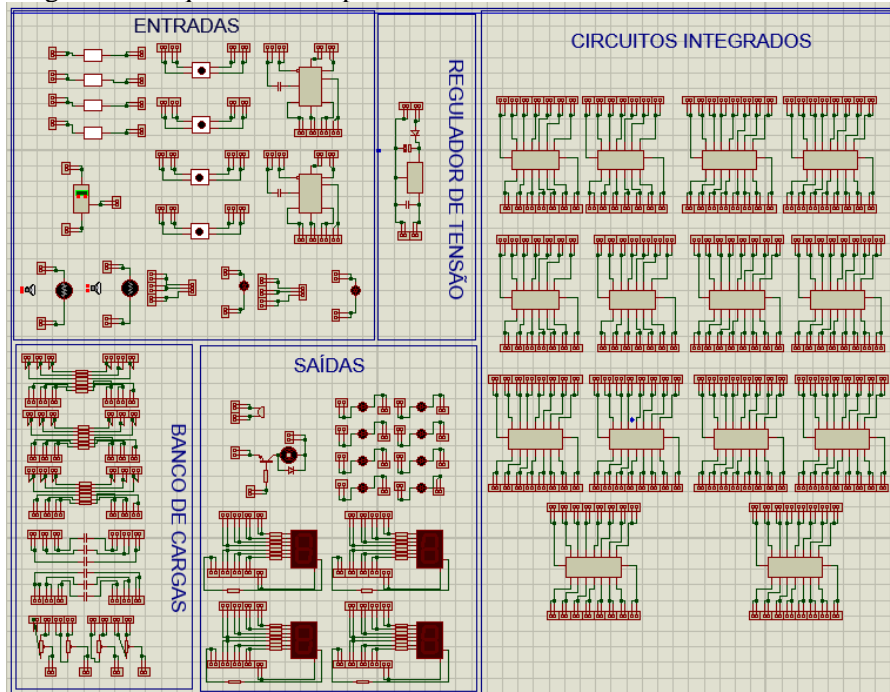


Após a escolha dos componentes, iniciou-se o desenvolvimento da placa no Proteus dividida de acordo com as funções de entrada, circuitos lógicos e saídas.

Foi utilizado conectores em cada terminal dos componentes da placa.

O projeto esquemático da placa didática desenvolvido no módulo ISIS do Proteus está na “Figura 2”.

Figura 2 – Esquemático da placa didática.

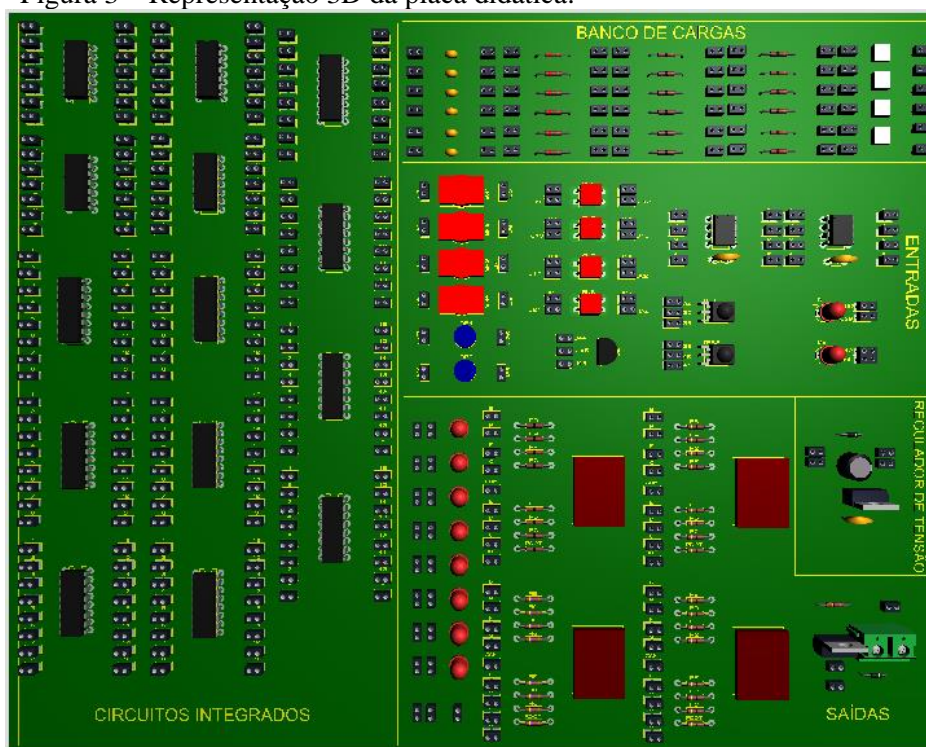


Após o desenvolvimento do esquemático, passou-se para o *layout* no Proteus ARES. A placa didática completa dividida por grupos de funções está na “Figura 3”.

Por sua proposta, a placa didática de eletrônica digital não oferece seus componentes conectados entre si de modo que os alunos possam montar circuitos digitais de forma independente. Assim, despertando nos alunos a criatividade e a capacidade de desenvolvimento de projetos digitais.



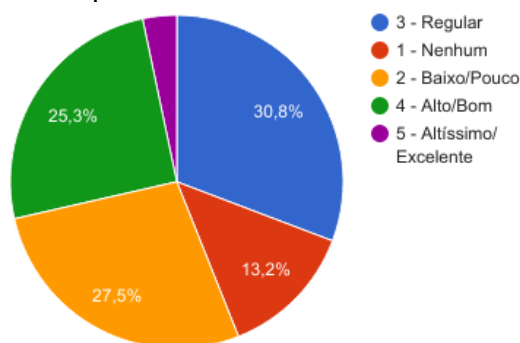
Figura 3 – Representação 3D da placa didática.



5 RESULTADOS

Foi realizado uma pesquisa com alunos e ex-alunos da disciplina de Eletrônica Digital a respeito do desenvolvimento deste projeto. Dentre as perguntas realizadas na pesquisa estão as dos gráficos na “Figura 4”, “Figura 5” e “Figura 6”.

Figura 4 – Você teve/tem alguma dificuldade nas aulas práticas da disciplina?



A pesquisa foi destinada exclusivamente a alunos que cursaram (75,8%) ou estão cursando (24,2%) a disciplina de Eletrônica Digital até encerramento da pesquisa.

Ao todo foram 91 respostas de alunos dos cursos de Automação Industrial, Eletrotécnica, Engenharia da Computação (52,7%), Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica (20,9%), Engenharia Mecânica, Engenharia Mecatrônica, Tecnologia em Manutenção Industrial e Telemática da Universidade Federal do Ceará (78%) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (22%).



Figura 5 – Você concorda que uma placa didática que possui diversas aplicações, tais como: medidor de temperatura, motor DC, sensor de luz, LEDs infravermelho, displays, entre outros, pode ajudar o aluno a absorver conceitos e desenvolver conhecimento prático na disciplina de Eletrônica Digital?

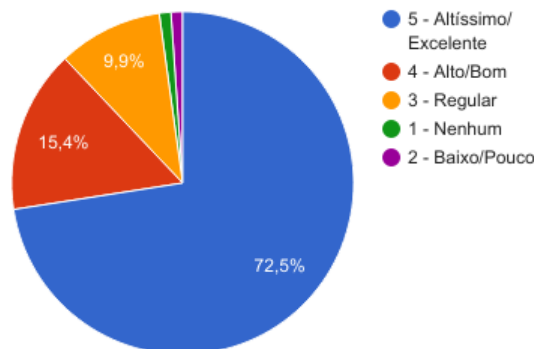
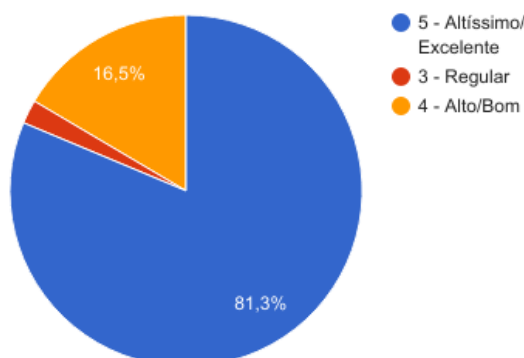


Figura 6 – Você acredita que o desenvolvimento de placas/projetos ao longo da disciplina de Eletrônica Digital auxilia no aprendizado?



O índice de alunos com alguma dificuldade na prática da disciplina é de 86,8% como pode ser observado na “Figura 4” dentre as quais estão: dificuldade na montagem de circuitos; abstração excessiva de bancadas digitais ou problemas na utilização de *protoboards*. Este índice aponta a importância do desenvolvimento deste projeto.

Os resultados da pesquisa foram positivos, pois 87,9% das respostas (“Figura 5”) acreditam que este projeto pode ajudar no aprendizado prático da disciplina.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de placas didáticas como complemento de disciplinas práticas deveria ser adotado por cursos da área de engenharia nas instituições de ensino tendo em vista os resultados deste trabalho, em que se pode evidenciar que este processo propõe ajudar no aprendizado do aluno bem como no seu desenvolvimento criativo.



Além disto, o próprio desenvolvimento de placas didáticas poderia entrar como método de ensino destas disciplinas.

Há também a possibilidade de utilização destas placas pelos próprios alunos não só para estudos como também para atividades extras como, por exemplo, exposições de projetos, competições e quaisquer outras aplicações de ensino.

Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem a Universidade Federal do Ceará por possibilitar os meios para realização deste projeto e a contribuição da Professora Jermana L. de Moraes pelo apoio e orientação no desenvolvimento deste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Alexandre Marques; DA SILVA MARTINS, Carlos Augusto Paiva. Método de Aprendizado de Eletrônica Digital Baseado em Projeto e Implementação de Sistemas Dedicados em Hardware, 2012.

ANACOM ELETRÔNICA LTDA. Treinamento de Proteus VSM. LABSIS COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS EDUCACIONAIS LTDA.

CAPUANO, F. G; IDOETA, I. V. Elementos de eletrônica digital. Ed. Érica, 2012.

EATS. **Datasheet: Buzzer**. Eletronic Publication, 2005.

FEITOSA, Deisy Fernanda. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. A televisão na era da convergência digital das mídias: uma reflexão sobre a comunicação comunitária, 2015. 372p, il. Tese (Doutorado).

FERREIRA, J. M. M. Introdução ao projeto de sistemas digitais e microcontrolados. 1ª ed. FEUP edições, 1998.

GONÇALVES, E. P. Conversas sobre iniciação à pesquisa científica. Editora Alínea, 2001.

GUTIERRE, H. G. *et al.* Sistema fotodetector econômico para utilização em laboratórios de ensino e pesquisa. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 39, n. 3, 2017.

MALVINO, A. P; BATES, D. J. Eletrônica. AMGH, 2008. Vol.1.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 24, n. 2, p.77-86, 2002.

MENDONZA, J. R. C. Diseño y simulación de sistemas microcontrolados em lenguaje C. 1ª ed. Colômbia, 2011.

MICHA, D. N. *et al.* " Seeing the invisible": low cost and ordinary materials experiments. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 01-06, 2011.



Projeto pedagógico do curso de Engenharia da Elétrica. Coordenação do Curso de Elétrica - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

Projeto pedagógico do curso de Engenharia da Computação. Coordenação do Curso de Engenharia da computação - Universidade Federal do Ceará. Sobral, 2008.

Proposta de criação do curso de graduação em Engenharia de Teleinformática. Pró-reitoria – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2003.

SANTOS, Kleiton Oliveira. UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA. Centro de Ciências e Tecnologia. O software PROTEUS e sua visibilidade no processo de ensino em circuitos elétricos, 2014. 69p.,il. Monografia.

SILVA, L. F O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático da Física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005.

SOUSA, M; SILVEIRA, J. L; SCHWARZ, L. Módulo Didático para o Ensino de Eletrônica Digital. Revista Ilha Digital, v. 3, p. 33-39, 2012.

TEXAS INSTRUMENTS. **Datasheet: LM35**. Eletronic Publication, 2016.

TOCCI, R. J., WINDER, N. S., MOSS, G. L. Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações. 11 ed. Pearson Prentice Hall. 2011.

VAHID, Frank. Sistemas digitais: projeto, otimização e HDLLs. Porto Alegre: Artmed., 2008.

VAHID, F. Sistemas Digitais. Bookman Editora, 2009.

DIGITAL ELECTRONICS TEACHING BOARD AS A FACILITATOR FOR LABORATORY CLASSES

Abstract: *The discipline of Digital Electronics is one of the first contacts that the students of the engineering courses have with practical classes and it has great importance in the creative and perceptive development of the students. On the other hand, the difficulties encountered in the practice of this discipline often cause great dismay and generate disinterest in students for developing projects and deepen theoretical concepts, even lead to failure or evasion of discipline. This project proposes the use of the theoretical concepts of the discipline of Digital Electronics and the use of Proteus software to create a teaching board of digital electronics with several components not interconnected, such as: sensors, LEDs, displays, DC motor, Aiming at minimizing these difficulties in the practice of the discipline, as well as helping in learning, awakening the capacity for analysis and stimulating students' creativity and autonomy in the development of digital projects.*

Key-words: *teaching board, Digital Electronics, Proteus.*