



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

LVCE: LABORATÓRIO VIRTUAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

JOSELICE FERREIRA LIMA¹ – joseliceflima@yahoo.com.br
Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária - **CEFET/JAN**

JOÃO DA ROCHA MEDRADO NETO² – joao_medrado@yahoo.com.br
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais - **FEAMIG**

VICTOR EMANUEL DE O. MARTINS³ – victor_elf@yahoo.com.br
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – **FEAMIG**

SÉRGIO G. A. PEREIRA⁴ – profsergiogoulart@yahoo.com.br – **PUC-MG**

CARLOS A. P. S. MARTINS⁵ – capsm@pucminas.br
[1,2,4,5] Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica - PPGE
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – **PUC-MG**
Av. Dom José Gaspar 500, CEP: 30535-610.
Belo Horizonte-MG, BRASIL.

Resumo: Este artigo apresenta um dos principais tipos de laboratórios relatados na literatura com o propósito de apresentar um estudo de caso em que se verifica a aplicabilidade das ferramentas virtuais nos ambientes de aprendizagem. A principal contribuição deste artigo será a apresentação de uma prática virtual de circuitos elétricos, bem como suas características, a estrutura e a verificação por meio de análise de resultados dos experimentos realizados. O método utilizado será a revisão da literatura sobre o tema, o desenvolvimento do experimento com a utilização do programa LabView e a análise dos resultados obtidos. Com isso, pretende-se contribuir para a aplicação de recursos virtuais nos ambientes de aprendizagem como incentivo na realização de aulas práticas.

Palavras-chave: Laboratórios virtuais, experimentos virtuais, práticas, ambientes de aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

Neste artigo é apresentada uma revisão de literatura sobre laboratórios. Nele, comenta-se sobre os tipos de laboratórios mais encontrados, sua importância e é apresentado, por um estudo de caso, o desenvolvimento de um laboratório virtual.

Com o propósito de esclarecer controvérsias na área de laboratórios virtuais, procurou-se, neste trabalho, identificar os principais tipos de laboratórios existentes na literatura. Diante disso, propõe-se um estudo de caso do uso de laboratórios virtuais em uma disciplina no curso de Engenharia. Indica-se também que este trabalho é parte de um projeto de desenvolvimento de laboratórios virtuais realizado por alunos da iniciação científica.

Sob o ponto de vista de Lima e Medrado *et al.* (2005), os laboratórios virtuais adquiriram espaço no meio acadêmico. Com o avanço da educação a distância, a demanda por este tipo de laboratório aumenta com o intuito de suprir deficiências na realização de aulas práticas, que são fundamentais para o desenvolvimento do aluno.

De acordo com Benmohamed e Arnaud *et al.* (2005) e Família (2005), a substituição parcial ou total das aulas práticas presenciais por ferramentas virtuais, tende a reduzir custos para as Instituições de Ensino, bem como para os estudantes dessas instituições. Um dos propósitos do uso dos laboratórios virtuais, como meio de realizar experimentos práticos, é permitir aos pesquisadores, professores e estudantes a oportunidade de analisarem determinados fenômenos de forma semelhante à forma utilizada em laboratórios tradicionais.

Nesse sentido, este artigo apresenta as principais características dos laboratórios e sua importância, bem como evidencia a utilização de práticas virtuais. O **objetivo principal** deste trabalho é apresentar um laboratório desenvolvido por meio da ferramenta *LabView*, para que ofereça suporte as aulas de física em cursos de Engenharia. A **importância e relevância** estão associadas ao desenvolvimento de uma ferramenta que permita ao aluno flexibilizar a relação espaço-tempo, ou seja, por meio de laboratórios virtuais o aluno poderá realizar seus estudos em locais e horários diferentes, estabelecendo, assim, seu próprio ritmo de aprendizagem.

Nos próximos tópicos serão apresentados: características dos laboratórios, a proposta de desenvolvimento de um laboratório, a verificação dos resultados obtidos, os trabalhos futuros e a conclusão.

2. CARACTERÍSTICAS DOS LABORATÓRIOS

Neste tópico serão apresentados os principais tipos de laboratórios encontrados na literatura, a comparação entre os tipos existentes e o uso de laboratórios virtuais no contexto educacional.

2.1 Tipos de laboratórios

O **laboratório real** é aquele em que o estudante tem acesso direto, presencial aos instrumentos; equipamentos; componentes etc. Em um laboratório tradicional (real) o aluno ganha experiência o mais próximo possível de sua vida profissional, dada à própria

configuração do ambiente. Os principais inconvenientes do laboratório tradicional são os custos e as limitações de recursos. O acesso do estudante aos laboratórios está restrito tipicamente aos horários programados, e o uso de determinados tipos de equipamentos, às vezes, é caro e inviável para disponibilizá-los. Porém, nada pode ser comparado à realização dos ensaios e experimentos diretamente nos equipamentos reais (Nedic e Machotka et al. 2003; Roberts, 2004; Chirico e Scapolla *et al.* 2005; e Rong, 2005).

Os **laboratórios virtuais** são laboratórios que se baseiam na simulação por computador (NOGUEZ E SUCAR *et al.*, 2003; ROBERTS, 2004). Para Albu e Holbert *et al.* (2003), laboratório virtual é definido como ambiente de desenvolvimento interativo para criar e conduzir experimentos simulados. O desenvolvimento e uso de laboratórios virtuais em que estudantes e pesquisadores realizam experimentos, muitas vezes específicos, mostra-se como uma das recentes atividades promissoras que une diferentes tecnologias para a elaboração e simulação de sistemas sofisticados, oferecendo segurança na troca de informações (CIUBOTARIU *et al.* 2004).

O **laboratório remoto** é aquele que favorece a interação com processos reais, não intermediados por *software*, que permite ao usuário analisar problemas “do mundo real” (SANTOS e BAUCHSPIESS *et al.* 2004).

O **laboratório virtual remoto** está relacionado aos ambientes de *softwares*, que se comunica com dispositivos reais, permitindo aos usuários interação com os dispositivos remotos e realizam ações de controle de processo. O laboratório virtual remoto é uma síntese “da natureza distribuída e interativa de laboratórios virtuais” e da “realidade de laboratórios reais” (DENIZ E BULANCAR *et al.* 2003). Para SOUZA E OLIVEIRA *et al.* (2001), este tipo de laboratório consiste em equipamentos reais controlados remotamente, a partir de computadores conectados à *web*.

2.2 Comparação entre os laboratórios

Após a revisão da literatura, será realizada uma breve comparação entre os laboratórios existentes, de acordo com o entendimento de cada autor sobre o tema.

Para Roberts (2004), laboratório virtual é uma simulação da coisa real, de acordo com o que o laboratório remoto envolve, ou seja, conduz uma experiência física pelo acesso remoto. Na comparação com o laboratório tradicional, o laboratório virtual é caracterizado por suas versatilidade e flexibilidade, porque é baseado em *software*. Os estudantes acessam o laboratório virtual por meio da internet antes de atender à sessão programada do laboratório tradicional. Desse modo, estão cientes dos conceitos e do tipo dos resultados que devem ser obtidos antes que tentem a sessão prática.

Vary (2000) e Rong (2005) defendem que laboratório virtual é diferente de laboratório real. Um laboratório virtual não é visto como uma recolocação ou um concorrente de um laboratório real, ele é considerado uma extensão possível deste último, na medida em que constitui oportunidades concebíveis inteiramente dentro de um custo disponível. Os termos alternativos, que abrangem o conceito de um laboratório virtual, incluem: colaboração, *Workgroup virtual*, empresa virtual e grupo da colaboração a distância.

Para Família (2005), o laboratório virtual possui vantagens sobre o laboratório real, especialmente quando este incorpora elementos de animação (gráficos, som, realidade virtual), podendo, em alguns casos, substituir o laboratório real. Os laboratórios virtuais, que

são acessíveis à internet/intranet, são altamente atrativos por reduzir os custos da aquisição dos equipamentos.

2.3 Laboratórios virtuais no contexto educacional

Antes da evolução dos meios de comunicação, era necessária a presença dos alunos em um laboratório para adquirirem experiência prática. Atualmente, com a implantação de laboratórios acessados, via internet, esta barreira, aos poucos, se rompe. O desenvolvimento de laboratórios em que o aluno instala módulos em seu computador, também contribui para a eliminação desta barreira, tornando a experimentação virtual interativa uma tendência educacional emergente e muito importante.

Stimson e Tompsett (1997); Queiroz *et al.* (1997); Kocijancic e Sullivan (2002); Nedic Machotka *et al.* (2003) e Família (2005) comentam que a comodidade no manuseio de ferramentas virtuais, a ausência de riscos aos alunos, a eliminação da possibilidade de danificação de equipamentos e instrumentos, a inexistência de custos dos componentes simulados e a criação de ambientes com controle total de variáveis, inclusive dos defeitos e imperfeições programáveis, fazem do laboratório virtual uma ferramenta importante no contexto educacional, possibilitando um melhor aprendizado, que conta com a experiência prática como elemento primordial na formação tecnológica.

No próximo tópico será apresentado um estudo de caso sobre a realização de experimento em um laboratório real, e a utilização de um laboratório virtual de circuitos elétricos em uma disciplina no curso de graduação da faculdade de Engenharia.

3. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM LABORATÓRIO VIRTUAL

Com o propósito de demonstrar a aplicabilidade e a versatilidade das ferramentas virtuais nos ambientes de aprendizagem, desenvolveu-se um laboratório na área de circuitos elétricos que permite ao aluno verificar as principais leis da eletricidade básica: lei de Ohm, lei de Ampère e as leis de Kirchhoff, por meio de uma prática virtual. Neste caso, permitir-se-á a verificação das associações de resistores em série e, em paralelo, resolver-se-á os circuitos equivalentes, permitindo assim, calcular as diferentes tensões e correntes nos diversos pontos do circuito.

3.1 Estrutura do laboratório virtual

O laboratório virtual será concebido em módulos. Cada um deles será composto por experimentos didáticos que abrangem um conteúdo teórico da disciplina de física. Inicialmente o laboratório de física foi dividido em dois outros laboratórios: um na área de circuitos elétricos e o outro na área de magnetismo, conforme mostrado na FIG. 1.

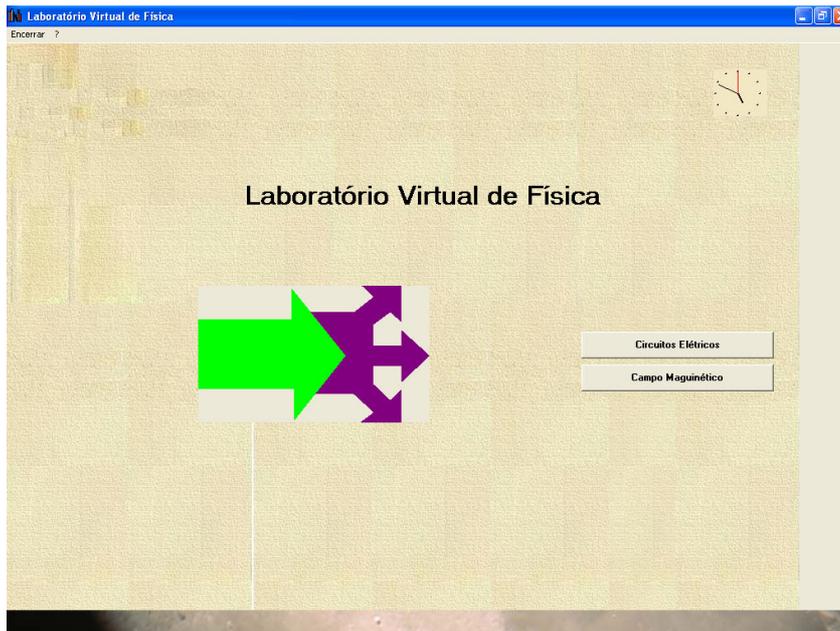


Figura 1 - Tela de acesso ao laboratório de física

O processo modular de construção do laboratório permite que, à medida que sejam desenvolvidos, novos módulos possam ser incorporados, ou novas práticas possam ser incorporadas aos módulos existentes, tornando o laboratório virtual mais abrangente. A FIG. 2 mostra a tela de acesso às práticas disponíveis para a área de circuitos elétricos disponibilizando experimentos que permitirá ao aluno verificar as leis de Ohm, Ampère e Kirchhoff; calcular reatância; capacitância e realizar experimentos com transformadores elétricos.

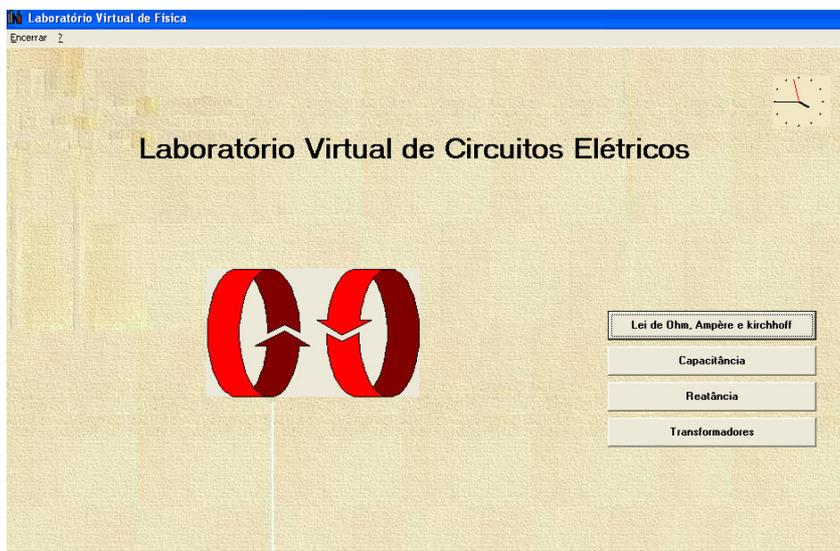


Figura 2 - Tela de acesso às práticas de circuitos elétricos

Em cada prática, conforme mostrado na FIG. 3, o aluno poderá acessar materiais de suporte na realização do experimento virtual, tais como: material de leitura para compreensão

e/ou revisão teórica; fotos; questionários, *chat* e *links* para *sites* que possuam assuntos correlatos.

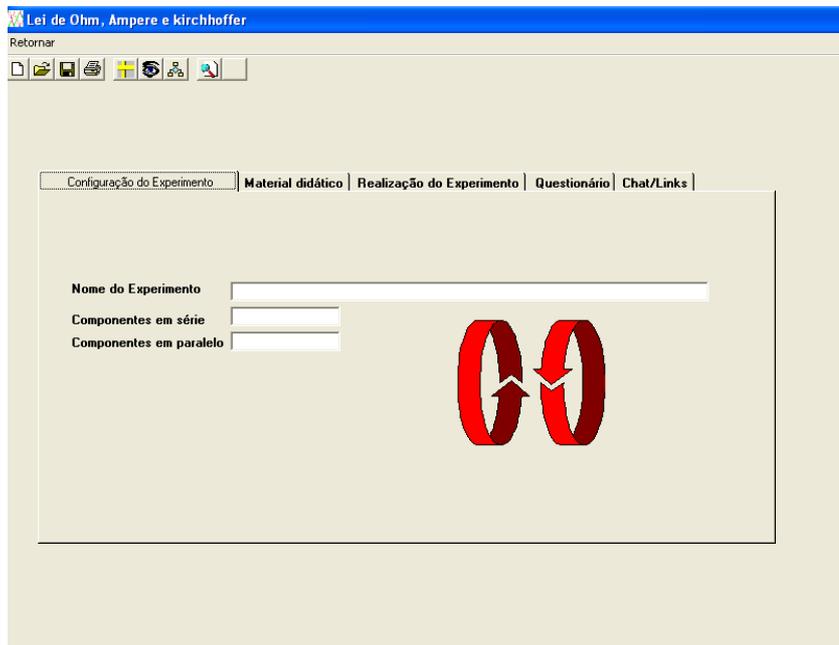


Figura 3 - Tela de acesso ao experimento

3.2 Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do LV teve início com o estudo sobre as principais ferramentas disponibilizadas no mercado. Entre as ferramentas analisadas escolheu-se o *LabVIEW* e o *Visual Basic* devido à portabilidade – características técnicas – à facilidade de operação, à bibliografia disponível e à disponibilidade de recursos. Diante da identificação dos recursos utilizados, iniciou-se o desenvolvimento de diversos experimentos virtuais. Neste artigo, será apresentado apenas um desses experimentos que compõe o laboratório de circuitos elétricos: a associação de resistores. A prática é composta por uma fonte de alimentação variável, um amperímetro, voltmímetro, chaves liga-desliga, *led's* indicativos e resistores variáveis que, interligados de formas distintas, permitem ao aluno realizar variados experimentos. Conforme apresentado na FIG. 4.

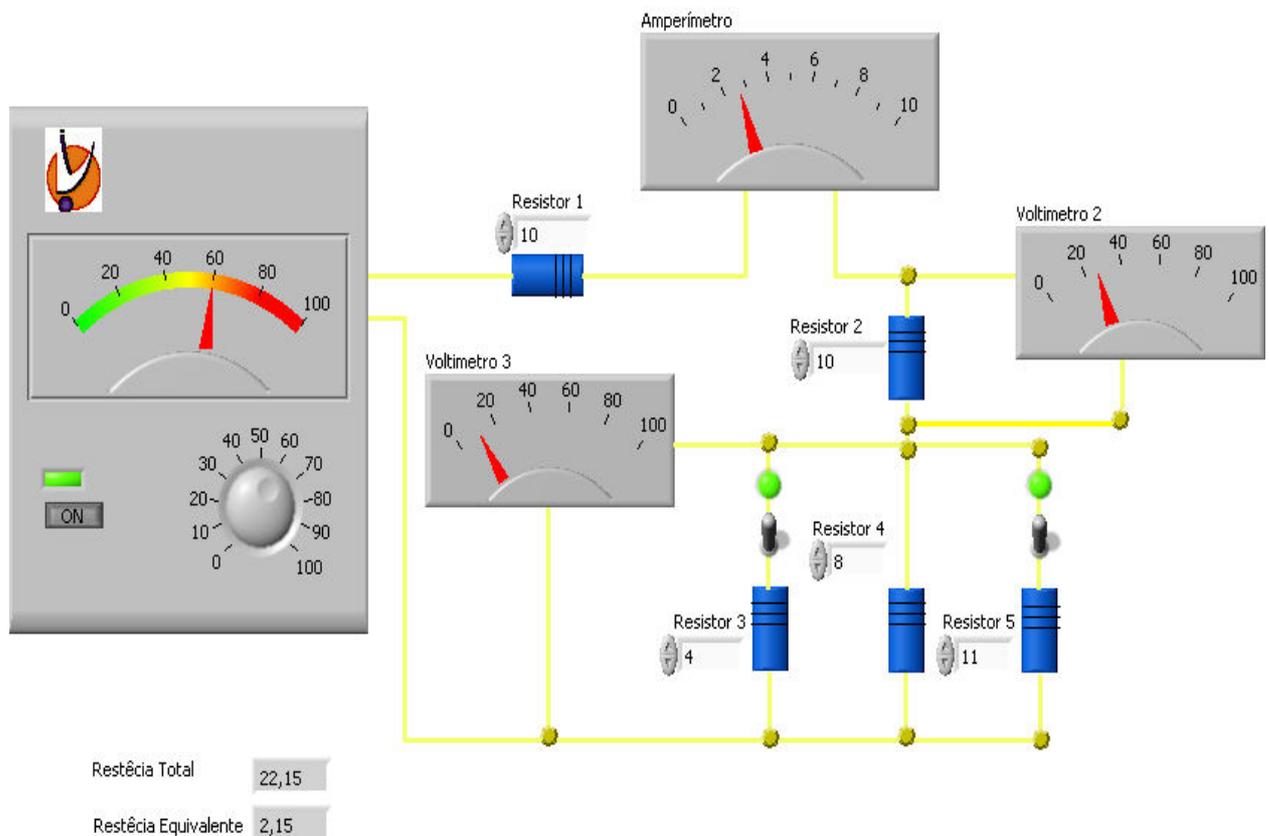


Figura 4 - Prática virtual de circuitos elétricos

A prática virtual foi desenvolvida em razão da necessidade de realização de ensaios e experimentos com a aplicação da teoria à prática no contexto de Engenharia e que pode ser usada na área de física. Dessa forma, a prática é realizada variando a tensão da fonte de alimentação, acrescentando resistores ao circuito ou modificando valores dos resistores existentes. O aluno poderá comparar os resultados dos experimentos realizados virtualmente com os resultados obtidos por meio dos cálculos em sala de aula.

Para tornar possível a realização dessa prática virtual, necessitou-se do desenvolvimento dos blocos lógicos que pudesse simular o comportamento do circuito real, conforme apresentado na FIG. 5.

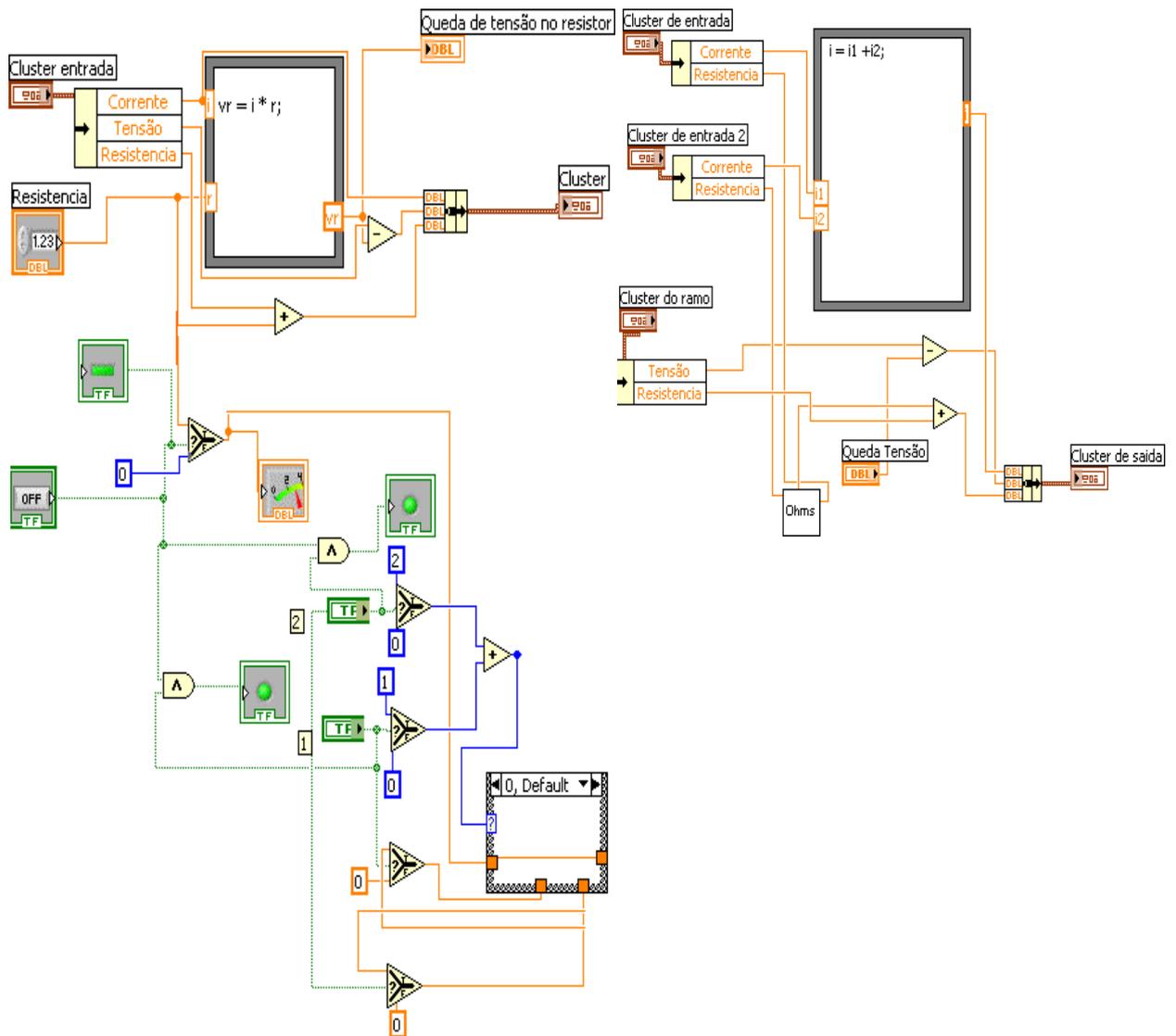


Figura 5 – Diagrama lógico do circuito

Uma vez apresentada a construção do diagrama lógico do circuito, foi possível tornar o comportamento do circuito virtual similar ao comportamento do circuito real.

3.3 Verificação da prática

O processo de verificação da prática foi realizado com a validação manual dos dados, em que os resultados do experimento virtual foram confrontados com os valores obtidos por meio de cálculos. A tabela 1 e a tabela 2 mostram os ensaios e os respectivos valores de resistência, tensões e corrente total do circuito.

Tabela 1
Valores de Resistências

Resistores em Série (Ω)		Resistores em Paralelo (Ω)				Resistência Total (Ω)
1° Resistor	2° Resistor	3° Resistor	4° Resistor	5° Resistor	Resistência Equivalente	
11	5	10	8	11	3,17	19,17
15	5	10	8	11	3,17	23,17
15	8	7	5	15	2,44	25,44
15	8	15	5	15	3	26
20	8	15	5	15	3	31
20	10	18	10	20	4,86	34,86
30	10	18	10	20	4,86	44,86
30	15	20	15	25	6,38	51,38
40	15	20	15	25	6,38	61,38

De acordo com a variação dos valores dos resistores 3, 4 e 5, que estão em paralelo, é possível encontrar o valor da resistência equivalente, que somada aos valores dos resistores 1 e 2 têm-se a resistência total do circuito, conforme apresentado na TAB. 1.

Variando a tensão de alimentação, é possível verificar a queda de tensão no resistor 2 e na resistência equivalente, assim como a corrente total do circuito, conforme apresentado na TAB. 2.

Tabela 2
Valores de Tensão e Corrente

Alimentação	Tensões (V)		Corrente Total (A)
	2° Resistor	Resistência Equivalente	
30	7,83	3,96	1,57
30	6,48	3,28	1,30
40	2,58	2,74	1,57
60	18,46	2,31	2,31
60	15,48	1,94	1,94
70	20,08	5,43	2,00
70	15,60	4,22	1,56
80	23,35	7,45	1,56
90	21,99	7,02	1,47

Considerando os resultados dos experimentos realizados, conclui-se que a prática virtual apresentou os mesmos valores como resultados finais.

4. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro – em parte iniciado – planeja-se desenvolver um protótipo de um laboratório virtual, na área de Engenharia, cuja prática apresentada neste trabalho é parte integrante.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos na verificação de laboratórios virtuais, conclui-se que os objetivos propostos no trabalho foram alcançados por meio da validação cuja prática permite a realização de um experimento virtual com qualidade similar ao experimento real. A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento e a verificação de uma prática virtual como recurso dinâmico, eficaz e confiável.

A experiência com a prática é um componente primordial na formação do aluno, embora os recursos para disponibilizar esses experimentos, muitas vezes, estão além da capacidade de muitas instituições de ensino, quer seja pela dimensão física dos laboratórios, pelo risco de um contato direto com os equipamentos, pelo elevado custo de aquisição e manutenção ou por fatores que podem tornar restritivos à utilização dos equipamentos.

Neste contexto, o investimento no desenvolvimento de laboratórios virtuais poderá permitir, para as instituições de ensino, a diminuição do custo de aquisição e manutenção dos laboratórios reais sem que se abra mão da realização dos experimentos práticos. O uso desse recurso permitirá a inclusão digital aos alunos ao mesmo tempo em que poderá estimular sua capacidade criativa e investigativa, bem como seu desenvolvimento pessoal. Assim, os Laboratórios Virtuais apresentam-se, não apenas como uma tendência nos dias atuais, mas também, como um forte elemento cooperador para educação, aprendizado, pesquisa e desenvolvimento científico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBU M. M.; HOLBERT, KEITH E., Embedding remote experimentation in power engineering education. **IEEE Transactions On Power Systems**, v.19, No.1, February 2004.

BENMOHAMED, H.; ARNAUD, L.; PATRICK, P.. Generic framework for remote laboratory integration. **ITHET 6th Annual International Conference**. 2005 IEEE July 7 – 9, 2005, Juan Dolio, Dominican Republic. T2B-11.

CIUBOTARIU, C.; HANCOCK, G.. **Work in progress** – virtual laboratory with a remote control instrumentatio component. 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. T3C-18. October. 2004.

CHIRICO, M.; SCAPOLLA, A. Marina. BAGNASCO, Andreia. A new and open model to share laboratories on the internet. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v.54, n.3, june 2005 1111.

DENIZ, D. Z.; BULANCAK, A.; ÖZCAN. A novel approach to remote laboratories. 33rd **ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. CO T3E-8. November 5-8, 2003, Boulder.

FAMILIA, R. A.. Virtual laboratory for cooperative learning of robotics and mechatronics. **ITHET 6th Annual International Conference**. 2005 IEEE July 7-9, 2005, Juan Dolio, Dominican Republic. T2B-17 Session T2B.

FJEDDLY, F. N.; NOBUHIKO, K.. A time-sharing remote laboratory for hardware design and experiment with shared resources and service management. **ITHET 6th Annual International Conference**. 2005 IEEE July 7-9, 2005, Juan Dolio, Dominican Republic. T2B-5.

KOCIJANCIC S., O’SULLIVAN, C. **Integrating virtual and true laboratory in science and technology education**. IEEE November 6-9, 2002, Boston, MA. 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. T2E-7.

LIMA, J. F; MEDRADO, J. R.; MARTINS.C.A.P.S.. “Laboratório Virtual: apresentação, conceituação, análise e uma proposta de definição. **COBENGE, 2005**. Campina Grande, Setembro de 2005.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSK, A. Remote laboratories versus virtual and real laboratories.. **33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. CO T3E-8. November 5-8, 2003, Boulder.

NOGUEZ, J.; SUCAR, E.; RAMOS, F.. A probabilistic relational student model for virtual laboratories. Publicado en: **11th International Conference on Artificial Intelligence in Education**. Artificial Intelligence in Education Society. Sydney, Australia. 18 al 27 de julio del 2003.

QUEIROZ, L. R., *et al.* Uma ferramenta de telepresença para educação a distância. **VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. S.J. Campos, SP, Brasil, 1997.

ROBERTS, T. J.. The virtual machines laboratory. **Australasian J. of Engng. Educ.** Online publication 2004-01.

RONG, Gu. A case study of virtual circuit laboratory for undergraduate student courses. 2005 IEEE July 7-9, 2005, Juan Dolio, Dominican Republic. **ITHET 6th Annual International Conference**. T2B-21.

SANTOS, R. J.; BAUCHSPIESS, A.; BORGES, G. A.. Laboratório remoto de automação predial. Laboratório de automação, visão e sistemas inteligentes - grupo de instrumentação, controle e automação (GICA). Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília. **COBENGE. 2004**.

SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, M. P. L. Recursos da computação gráfica para o desenvolvimento de um laboratório virtual de teoria eletromagnética. **COBENGE, 2001**. Porto Alegre, Setembro de 2001.

STIMSON, G.; TOMPSETT, B.. The potential contribution of virtual and remote laboratories to the development of a shared virtual learning environment: Report. **JSC Technology Applications Programme – JTAP**. 1997. University of Hull.

VARY, P. J., Report of the Expert Meeting on Virtual Laboratories International Institute of Theoretical and Applied Physics (IITAP), Ames, Iowa. Paris. 2000. 64p.

LVCE: VIRTUAL LABORATORY OF ELECTRICAL CIRCUITS

Abstract: *This paper presents a boarding of the main types of laboratories told in literature with the intention to present a case study where if it verifies the applicability of the virtual tools in learning environments. The main contribution of this article will be presentation of the laboratory of electrical circuits, as well as its characteristics, the structure and the verification by means of analysis of results of the carried through experiments. The used method will be the revision of literature on the subject, the development of the laboratory of electrical circuits with the use of the LabView program and the analysis of the gotten results. With this, it is intended to contribute for the application of virtual resources in learning environments as incentive in the accomplishment of practical lessons.*

Key-Words: *virtual laboratories; virtual, practical, surrounding experiments of learning.*