



DIAGNÓSTICOS SOBRE O USO DE SIMULADORES NA DISCIPLINA CIRCUITOS ELÉTRICOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

Fernando de Lima Caneppele – caneppele@usp.br

Lisiane Brichi – lisiane.brichi@usp.br

USP - Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

Av. Duque de Caxias Norte, 225 - Campus da USP

CEP 13635-900 - Pirassununga – São Paulo – Brasil

Luís Roberto Almeida Gabriel Filho – gabrielfilho@tupa.unesp.br

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus Experimental de Tupã

Av. Domingos da Costa Lopes, 780 - Bairro: Jd. Itaipu

CEP 17602-496 - Tupã – São Paulo – Brasil

Alexandre Jorge Duarte de Souza – alexandre@itapeva.unesp.br

Antonio Savi Filho – savi@itapeva.unesp.br

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus Experimental de Itapeva

Rua Geraldo Alckmin, 519 - Bairro: Vila N. Sr^a. de Fátima

CEP 18409-010 - Itapeva, – São Paulo – Brasil

Resumo: *A disciplina Circuitos Elétricos no curso de Engenharia de Biosistemas tem o objetivo de fornecer ao aluno o aprendizado da teoria básica de eletricidade e de análise de circuitos elétricos. Por sua vez a eletricidade é uma das áreas da física que possuem mais estudos referentes a dificuldades de aprendizagem. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples. As práticas de laboratório realizam um papel extremamente importante no ensino de engenharia e podem ajudar também no ensino da teoria relacionada à eletricidade. Há ainda o benefício da utilização de simulações no ensino de engenharia e destaca-se a possibilidade de os estudantes perceberem como a teoria e a prática se relacionam. Diante disto este artigo apresenta e discute diagnósticos que foram realizados junto à disciplina de Circuitos Elétricos no curso de Engenharia de Biosistemas na USP de Pirassununga – São Paulo. O projeto contou com o apoio institucional do PEEG – Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação através da Pró-Reitoria de Graduação da USP e identificou facilidades e dificuldades no processo ensino-aprendizagem dos alunos.*

Palavras-chave: *Circuitos Elétricos, Engenharia de Biosistemas, Simuladores.*

1. INTRODUÇÃO

A USP – Universidade de São Paulo oferece, desde 2009, o curso de bacharelado em Engenharia de Biossistemas, o primeiro do gênero na América Latina. O curso tem 60 vagas em período integral e é ministrado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), no campus de Pirassununga (USP/FZEA, 2013a).

O engenheiro de biossistemas é o profissional que trabalha com a aplicação da infra-estrutura tecnológica na agropecuária e no agronegócio. Esse profissional estuda e pesquisa tecnologias para aumentar a produção no agronegócio, trabalha com sistemas de drenagem e irrigação, com métodos de conversão e conservação da energia, com o impacto energético, com a busca de novas fontes de energia, com a implantação de sistemas de armazenamento e produtos, entre outras atividades (BRASIL-PROFISSÕES, 2013).

Trata-se de um curso multidisciplinar e entre as diversas disciplinas que compõe a grade curricular do referido curso está a disciplina de Circuitos Elétricos. Segundo USP/FZEA (2013b) levando-se em consideração a grade curricular do curso, o período ideal para cursar a disciplina é no terceiro semestre, de um total de dez previstos.

De acordo com Dorneles *et al.* (2006), a eletricidade é uma das áreas da física que possuem mais estudos referentes a dificuldades de aprendizagem. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples.

Os seres humanos têm diferentes estilos de aprendizagem, ou seja, características e preferências quanto à forma de se apropriar das informações, processá-las e construir novos conhecimentos. A competência em uma determinada atividade depende, muitas vezes, da habilidade em dosar esses diferentes estilos. Por exemplo, há profissionais que são inovadores e absorvem a realidade de uma forma quase aleatória. Outros tendem a ser metódicos, observadores e reflexivos. No entanto, desenvolver o equilíbrio entre estilos antagônicos de aprendizagem é uma forma de proporcionar maiores chances de adaptação às situações do dia a dia ou às exigências do trabalho (CURY, 2000).

A formação desejável do engenheiro nos tempos atuais não é só uma questão de aquisição atualizada de informações, treinamento, ensino, mas também de aprendizagem autônoma, da experimentação, de laboração, enfim, de educação continuada. Estas qualidades formativas, indicadas em segundo lugar, devem ser incentivadas e cultivadas nos alunos de engenharia com a mesma pertinência das primeiras (MATOS; RUDOLF, 2006).

Particularmente para a área de educação, utilizar a realidade virtual tem o potencial para modificar a forma como as pessoas aprendem, pois reside no fato de permitir que os aprendizes explorem os ambientes, processos ou objetos, não por meio de livros, fotos, filmes, mas por meio da manipulação e análise virtual do próprio alvo de estudo. O que faz com que os aprendizes adquiram conhecimentos sobre um assunto inserido no próprio contexto deste assunto e recebam, a cada ação que fizerem, uma realimentação deste contexto (MEIGUINS *et al.*, 2002).

Para experimentos básicos na área didática de eletricidade e eletrônica, é necessário usar um osciloscópio para exibir sinais, um multímetro para medir grandezas presentes em um circuito elétrico, como corrente, tensão, resistência, etc., e geradores de sinal, fontes de alimentação para aplicações diversas. Devido ao custo e dificuldades na utilização e manutenção de todos esses dispositivos, o treinamento baseados em

educação assistida por computador tornaram-se bastante promissores, tanto em faculdades e industriais centros de formação (ARI, 2012).

Atualmente não há um consenso na literatura sobre a distinção entre atividades de simulação e de modelagem computacional no ensino de física. As atividades de simulação computacional são aquelas em que o aluno tem autonomia para inserir valores iniciais para variáveis, alterar parâmetros, mas não tem autonomia para modificar o cerne do modelo computacional, ou seja, acesso aos elementos mais básicos, matemáticos ou icônicos, que o constituem.

Em atividades de modelagem computacional, além de poder atuar sobre a variação ao de parâmetros e valores iniciais, o aluno tem acesso a estes elementos básicos, podendo fazer alterações nos modelos computacionais previamente construídos ou construir seu próprio modelo (DORNELES *et al.*, 2008).

Ari (2012) destaca que práticas de laboratório realizam um papel extremamente importante no ensino de engenharia. Uma vez que existem várias necessidades de acordo com a intenção do trabalho experimental, o osciloscópio embutido, multímetros, geradores de funções, fonte DC variável, entradas digitais e saídas desta unidade de interface, tem que atender as necessidades requeridas.

Observa-se que a demanda pelo conhecimento de diferentes softwares aplicados à engenharia nos currículos destes profissionais tem crescido nos últimos anos, tornando-se fundamental que cursos de graduação nesta área de conhecimento utilizem softwares na ementa de suas disciplinas (MASSUKADO; SCHALCH, 2007).

Entre os diversos softwares que podem ser utilizados em simulações e/ou modelagens de circuitos elétricos e eletrônicos, pode-se citar:

- NI MultiSIM
- CircuitMaker
- PSPICE
- Fritzing (freeware)
- Solve Elec (freeware)
- Modellus (freeware)

De acordo com Dorneles (2005), se o aluno for instigado com questões apropriadas, que requeiram interação com o modelo, pode-se favorecer a reflexão sobre os efeitos de suas ações sobre os resultados gerados pelo modelo computacional. Usualmente isto significa que constantemente o aluno está se perguntando: se eu alterar isto, o que acontece com aquilo? As atividades de ensino que criamos visam levá-los a se questionar sobre as relações existentes entre as grandezas físicas básicas de um circuito elétrico.

O mesmo autor aborda em seu trabalho uma série de dificuldades na aprendizagem de circuitos de elétricos e indica ferramentas para que se superem esses desafios.

Como benefício da utilização de simulações no ensino de engenharia destaca-se a possibilidade de os estudantes perceberem como a teoria e a prática se relacionam (MASSUKADO; SCHALCH, 2007).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos FZEA/USP, localizada em Pirassununga, São Paulo. O Campus de Pirassununga é o



maior dos 'Campi' da USP em extensão territorial, sendo, na realidade uma fazenda com área total de 23.333.204,00 m², com perímetro de 26.535,55 m; e com 74.518,88 m² de área edificada (USP, 2012).

O Campus possui duas unidades – a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) e a Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga – (PUSP-P), além de uma extensão da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ). Além do curso de Engenharia de Biossistemas (período integral), possui ainda os cursos de Engenharia de Alimentos (períodos diurno e noturno), Zootecnia (período integral) e Medicina Veterinária (período integral) (USP, 2012).

2.2. Caracterização da disciplina

A disciplina Circuitos Elétricos no curso de Engenharia de Biossistemas tem o objetivo de fornecer ao aluno o aprendizado da teoria básica de eletricidade e de análise de circuitos elétricos.

O programa resumido da disciplina tem entre seus tópicos os itens: Revisão de conceitos de eletricidade básica; Números complexos; Bipolos elementares; Elementos de um circuito elétrico; Método da Superposição; Método de Thévenin; Método de Nórton; Método de Maxwell; Verificação de resultados pelas leis de Kirchhoff; Balanço Energético de um Circuito; Fundamentos de circuitos de corrente alternada.

2.3. Apoio institucional

A USP, através da Pró-Reitoria de Graduação criou o PEEG – Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação. O objetivo do programa é incentivar alunos da graduação a aperfeiçoarem estudos em uma área de conhecimento de maior interesse, por meio do desenvolvimento de atividades supervisionadas de ensino.

Entre as ações esperadas por este programa, a que está apresentada neste artigo faz parte das atividades que fortalecem a associação entre ensino e pesquisa, como aquelas de iniciação científica.

A disciplina Circuitos Elétricos foi inscrita neste programa para o primeiro semestre de 2013 e posteriormente contemplada com uma cota (bolsa) para o desenvolvimento das atividades descritas neste artigo.

2.4. Metodologia para coleta de dados

Foram coletados dados nos semestres letivos da disciplina Circuitos Elétricos nos anos de 2012 e 2013. No ano de 2012 estavam matriculados 50 alunos e no ano de 2013, 55 alunos. Para as citações de softwares mais utilizados em simulações de circuitos elétricos foram utilizados estes dois anos.

O PEEG – Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação foi utilizado no primeiro semestre de 2013, com o uso da monitoria e das simulações e modelagens. Durante a execução deste programa, além do apoio das atividades de monitoria, foram realizados diagnósticos no início do período letivo da disciplina e também após algumas aulas. Houve ainda a adoção de um software para simulação, como forma de apoiar a atividade de ensino.

2.5. Software utilizado

O software utilizado nas simulações dos circuitos elétricos foi o Solve Elec na versão 2.5 em inglês. Trata-se de um software livre com tamanho aproximado de 3,2MB. Um tela exemplificando seu uso pode vista na Figura 1.

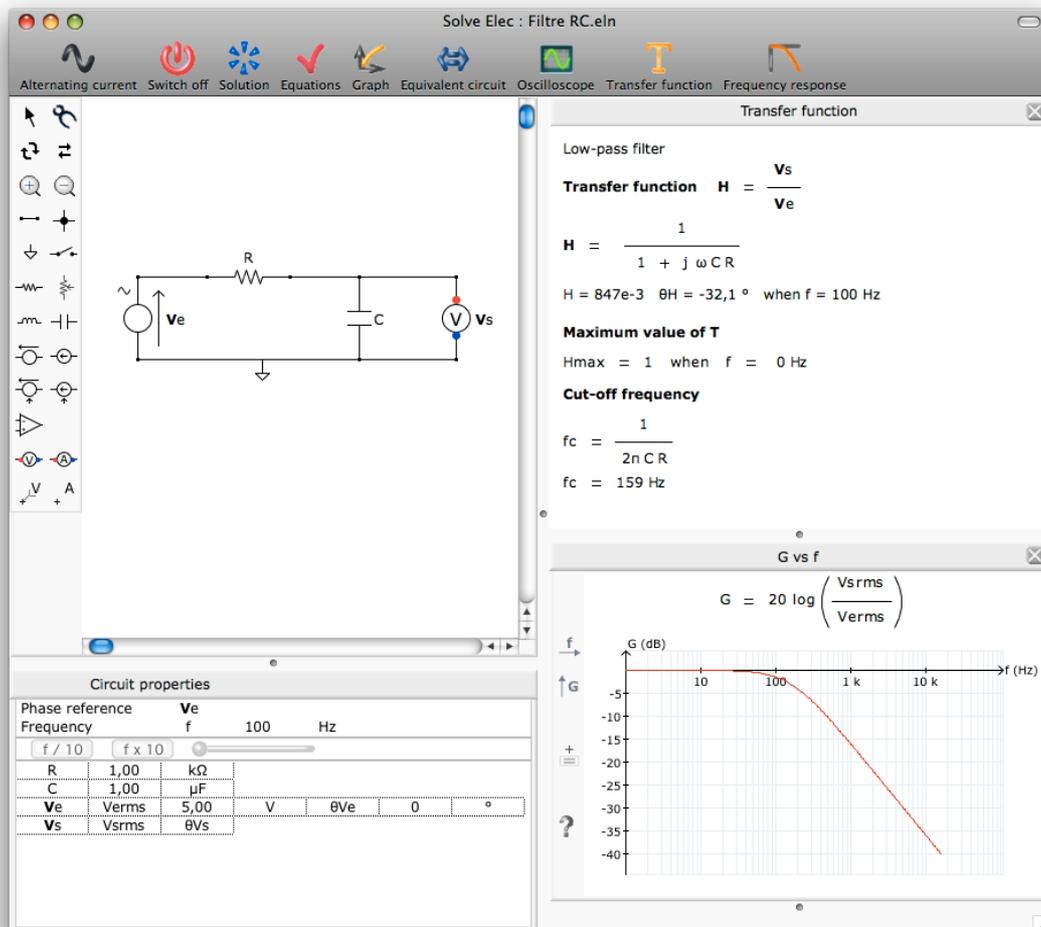


Figura 1. Exemplo de aplicação do software Solve Elec (PHYSICS-SOFTWARE, 2013).

3. RESULTADOS

Em relação aos softwares utilizados em simulação de circuitos elétricos, no ano de 2012, 34 alunos responderam à pesquisa e em 2013, 47 alunos.

Nos dois períodos letivos de 2012 e 2013 na disciplina de Circuitos Elétricos, foram citados pelos alunos ao todo 486 softwares utilizados para simulação de circuitos elétricos, entre softwares livres e proprietários.

Destes, 79 eram diferentes softwares e os mais citados foram SolveElec, PSpice, NI MULTISIM, AimSpice, Ngspice, como ilustrado na Figura 2. Nenhum dos outros softwares citados atingiu um nível maior que 5%.

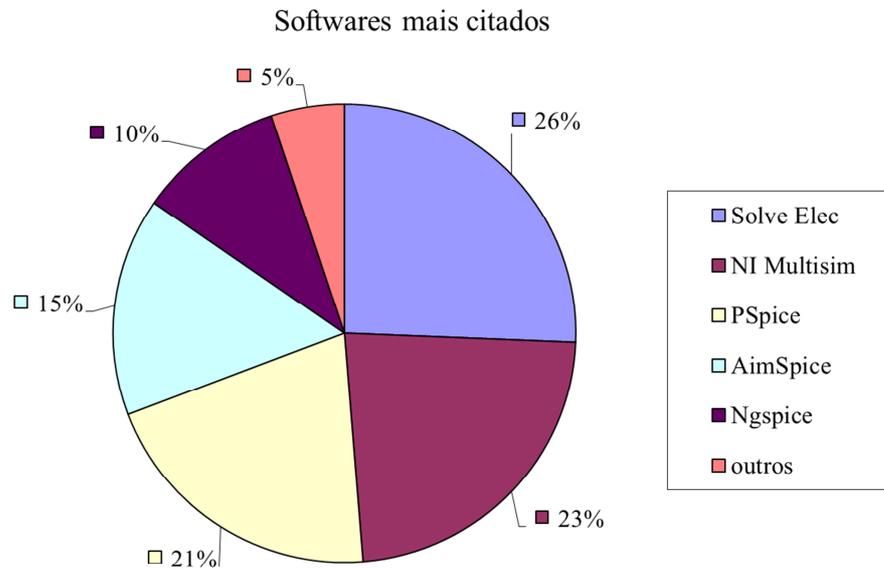


Figura 2. Softwares mais citados em 2012 e 2013.

À partir deste diagnóstico e contando com o apoio do PEEG – Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação da USP, foram efetuados testes nos softwares mais citados, tanto nos softwares livres, quanto nas versões “demo” dos softwares proprietários.

Pelo fato de ser um software livre, de ter tamanho reduzido e interface relativamente amigável, foi escolhido para utilização no primeiro semestre de 2013 para utilização na disciplina Circuitos Elétricos o software Solve Elec.

Em paralelo a essa ação, foi realizado um diagnóstico relacionado à conhecimentos em eletricidade básica e softwares de simulação, junto aos alunos matriculados na mesma disciplina e no mesmo período. Nas Figuras 3, 4 e 5 são mostrados os resultados obtidos.

Observa-se nas repostas que a maioria dos alunos teve conhecimentos relacionados a eletricidades no ensino médio (Figura 3), levando essa base então para a graduação.

Já nos semestres anteriores por não haver pré-requisito de nenhuma disciplina que tenha conteúdos relacionados à eletricidade, não eram esperados resultados altos, o que foi confirmado pelas respostas dos alunos, como se observa na Figura 4.

Pouco alunos relatam ter tido contato ou experiência com softwares de simulação, como se observa na Figura 5.

Outra questão deste diagnóstico era que, se caso o aluno que já tivesse tido contato com algum conteúdo relacionado à eletricidade, descrevesse em poucas palavras quais as facilidades e/ou dificuldades no seu aprendizado.

Foram relatadas de forma geral, foram descritos como facilidades os seguintes pontos: lei de OHM, diferenças entre tensão e corrente.

Da maneira análoga, como dificuldade foram relatados os seguintes pontos: diferenças entre tensão e corrente, sentidos de corrente, polaridades, circuitos RL, circuitos RC, circuitos RLC, técnicas de simplificação. Observa-se que o que para alguns é facilidade, para outros é dificuldade.

Você estudou algum conteúdo relacionado à eletricidade durante o ensino médio?

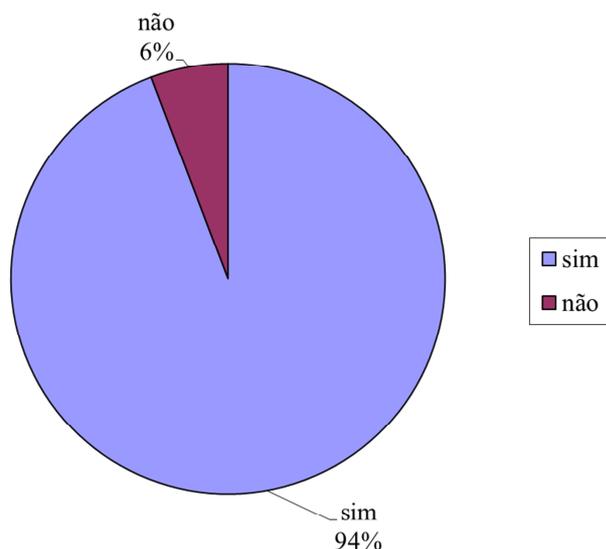


Figura 3. Conhecimentos relacionados à eletricidade no ensino médio.

Você estudou algum conteúdo relacionado à eletricidade nos semestres anteriores ao desta disciplina?

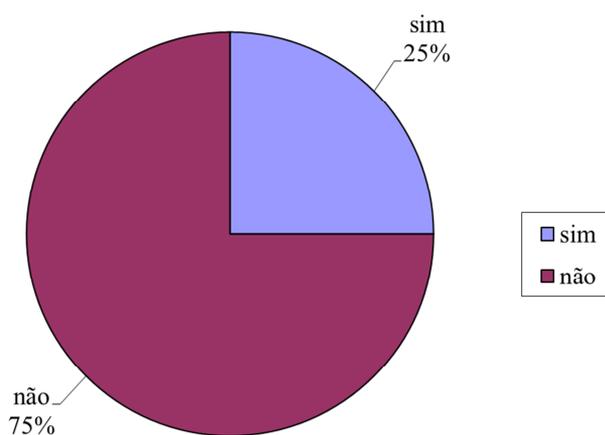


Figura 4. Conhecimentos relacionados à eletricidade em semestres anteriores.

Você já teve contato com algum software de simulação de atividades de laboratório?

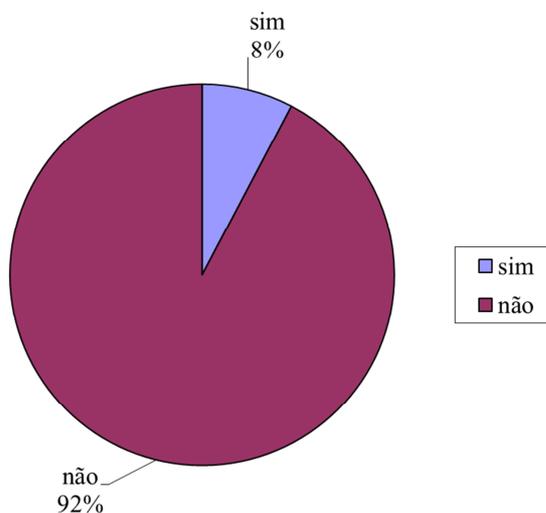


Figura 5. Experiência anterior com softwares de simulação.

Decorridos aproximadamente três meses letivos e após o uso do Solve Elec foi realizado novo diagnóstico com o mesmo grupo de alunos e os resultados estão expostos nas Figuras 6, 7 e 8.

De maneira geral, foi fácil realizar a montagem dos circuitos com o softwares Solve Elec?

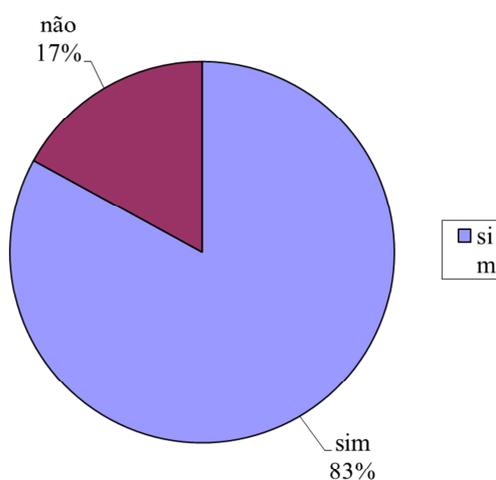


Figura 5. Facilidade na montagem de circuitos.

Você teve alguma dificuldade durante a montagem?

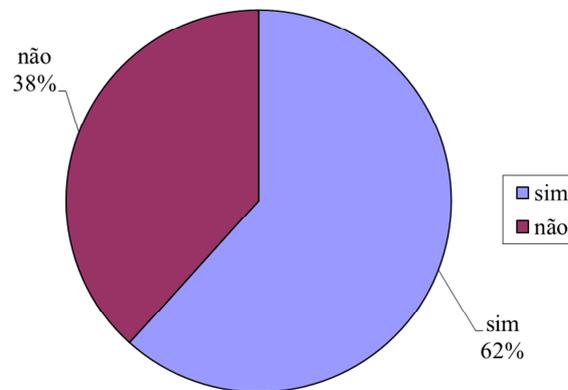


Figura 6. Dificuldade na montagem.

Como você utilizou o Solve Elec, por curiosidade, buscou contato com algum outro software de simulação?

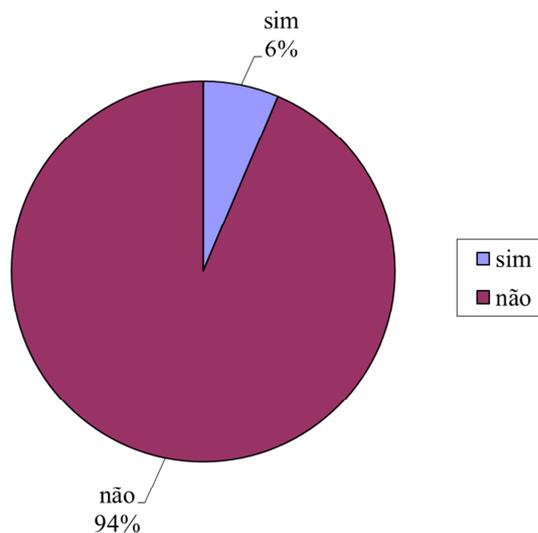


Figura 7. Contato com outros softwares de simulação.

Embora os alunos relatem que de maneira geral houve facilidade (Figura 5) na montagem dos circuitos propostos, o mesmo grupo relata que em algum momento teve dificuldade (Figura 6). Aqui identifica-se um processo normal do sistema de aprendizagem. Nota-se que poucos alunos buscaram outros softwares de simulação, como se observa na Figura 7.



Ainda neste diagnóstico os alunos foram questionados quanto aos seguintes aspectos:

- Se ao utilizar este software, poderia se sentir mais incentivado ou estimulado nos estudos relacionados à eletricidade.

A maioria absoluta dos alunos concordou que o uso deste software poderia auxiliar nos estudos relacionados à eletricidade. Muitos citaram que este software pode ajudar no entendimento das teorias, na melhor visualização dos circuitos, estimulando e facilitando a aprendizagem e os estudos da disciplina.

- A sua opinião sobre o uso de softwares de simulação no ensino de engenharia.

A maior parte dos alunos também acredita que o uso de softwares de simulação são ferramentas essenciais em cursos de engenharia. Muitos citaram a importância das simulações e modelagens em qualquer área do conhecimento.

4. CONCLUSÕES

A escolha de um software para uso na disciplina Circuitos Elétricos e a necessidade de forma alternativas de ensino-aprendizagem foram as grandes motivadoras deste projeto.

Os diagnósticos juntos aos alunos, a participação efetiva de uma aluna de graduação neste processo e a participação de outras instituições de ensino com disciplinas semelhantes e cursos em implantação semelhantes validam este trabalho.

Pretende-se aprofundar os estudos com o software Solve Elec e continuar os diagnósticos de forma a comparar os softwares mais citados, verificando suas vantagens e desvantagens

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo e à Comissão de Graduação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, campus de Pirassununga pela participação desta disciplina no PEEG – Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação da USP.

5. REFERÊNCIAS

ARI, M.. Creating a New Synergy on Technical and Vocational Education via a General Purpose Computer Interface Unit. **Computer Applications in Engineering Education**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p.364-373, 1 jun. 2012.

BRASIL-PROFISSÕES. **ENGENHEIRO DE BIOSISTEMAS**: Profissões Técnicas. Disponível em: <http://www.brasilprofissoes.com.br/profissoes/tecnicas/recursos-naturais/engenheiro-de-biosistemas#.UbPT_KJBnpd>. Acesso em: 07 mai. 2013.

CURY, H. N. Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia. In: COBENGE, 2000, Ouro Preto. **Anais do XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**. Ouro Preto: Cobenge, 2000. CD-ROM.

DORNELES, P. F. T. **Investigação de Ganhos na Aprendizagem de Conceitos Físicos Envolvidos em Circuitos Elétricos por Usuários da Ferramenta**



Computacional Modellus. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Instituto De Física, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2005.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. Computational model ling and simulation activities to help the meaningful learning of electricity basic concepts: Part I – simple electric circuits. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 28, n. 4, p.487-496, 25 set. 2006.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. Computational model ling and simulation activities to help a meaningful learning of electricity basic concepts. Part II - RLC circuits. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 30, n. 3, p.1-16, 19 ago. 2008.

MASSUKADO, L. M.; SCHALCH, V. SIMULAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA – AVALIANDO A APLICAÇÃO DO SOFTWARE SIMGERE SOB O PARADIGMA DO “APRENDER A APRENDER”. **Revista de Ensino de Engenharia**, Passo Fundo, v. 26, n. 2, p.40-46, 2007.

MATOS, L. F. da S.; RUDOLF, É. C.. A LDB e a formação do engenheiro-professor. In: COBENGE, 2006, Passo Fundo. **Anais do XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**. Passo Fundo: Cobenge, 2006. CD-ROM.

MEIGUINS, B. S. *et al.* Uma Ferramenta Multi-Usuário e Colaborativo para o Auxílio ao Ensino de Circuitos Elétricos. In: V SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL, 5., 2002, Fortaleza. **Anais do V Simpósio de Realidade Virtual**. Fortaleza: Ed., 2005. p. 1 - 12.

PHYSICS-SOFTWARE. **Solve Elec 2.5 main window**. Disponível em: <<http://www.physicsbox.com/demosolveelec2en.html>>. Acesso em: 08 mai. 2013.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário Estatístico USP**. São Paulo: VREA/USP, 2012. 437 p.

USP/FZEA (Pirassununga). Universidade de São Paulo - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (Comp.). **Curso de Engenharia de Biosistemas**. Disponível em: <<http://www.usp.br/fzea/infoengbiosistemas.php>>. Acesso em: 5 mai. 2013.

USP/FZEA (Pirassununga). Universidade de São Paulo - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (Comp.). **Grade Curricular - Ano 2012**. Disponível em: <<http://www.usp.br/fzea/estruturacurriculareb.php>>. Acesso em: 5 mai. 2013.



DIAGNOSTICS ON THE USE OF ELECTRICAL CIRCUITS SIMULATORS IN THE BIOSYSTEMS ENGINEERING COURSE

***Abstract:** Discipline Electrical Circuits in the course of Biosystems Engineering aims to provide students learning the basic theory of electricity and electrical circuit analysis. Turn electricity is one of the areas of physics that have more studies on learning disabilities. These studies include conceptual difficulties, misconceptions, indiscriminate use of language and reasoning misconceptions that students often present in the study of simple electric circuits. Laboratory practices perform an extremely important role in engineering education and can also help in the teaching of the theory related to electricity. There is also the benefit of using simulations in engineering education and highlights the opportunity for students to understand how theory and practice relate. Given that this article presents and discusses diagnoses that were made by the discipline of Electrical Circuits in the course of Biosystems Engineering at USP Pirassununga - São Paulo. The project was supported by institutional PEGG - Stimulus Program to Graduate Teaching through the Dean of Graduate USP and identified strengths and difficulties in teaching-learning process of students.*

***Key-words:** Biosystems Engineering, Electric Circuits, Simulation.*