



## **USO DO SOFTWARE LIVRE *PTOLEMY* NA DISCIPLINA *PRINCÍPIOS DE TELECOMUNICAÇÕES* DA UNIVASF E DO IFBA CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA**

**Fabício Braga Soares de Carvalho** – fabricio.braga@univasf.edu.br  
CECOMP - Colegiado de Engenharia da Computação  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF  
Campus Juazeiro – Av. Antônio Carlos Magalhães, 510 – Santo Antônio  
CEP 48902-300 – Juazeiro – BA, Brasil.

**Ademar Gonçalves da Costa Junior** – ademargcjunior@yahoo.com.br  
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Elétrica (COEEL)  
Instituto Federal de Educação, Ensino e Tecnologia da Bahia  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê, CEP 45030-220 – Vitória da Conquista – BA, Brasil.

**Resumo:** *A utilização de softwares livres como apoio didático a diversas disciplinas técnicas vem se tornando usual nas instituições federais de ensino superior do Brasil. Neste artigo, apresenta-se como a plataforma de simulação Ptolemy está sendo implantada como ferramenta didática no ensino da disciplina Princípios de Telecomunicações (ou Princípios de Comunicações) em diferentes instituições de nível superior do Estado da Bahia, como a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF Campus Juazeiro e o Instituto Federal de Educação, Ensino e Tecnologia da Bahia – IFBA Campus Vitória da Conquista, auxiliando na aprendizagem do corpo discente e na conseqüente formação de futuros engenheiros. A disciplina Princípios de Telecomunicações faz parte da grade curricular dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica ou Engenharia da Computação do Brasil.*

**Palavras-chave:** *Software Livre, Ptolemy, Ensino de Engenharia, Princípios de Telecomunicações.*

### **1 INTRODUÇÃO**

No ensino superior brasileiro atual, o computador tornou-se uma ferramenta fundamental no dia-a-dia do universitário, pois superou o rótulo de um instrumento auxiliar e assumiu papel de destaque dentro das salas de aula e laboratórios científicos.

Apesar do custo do hardware dos computadores vir diminuindo gradativamente nos últimos anos à medida que é observada uma melhoria crescente no desempenho das máquinas, o custo com a aquisição e a manutenção de softwares proprietários é muito alto, principalmente em se tratando de recursos financeiros escassos. Esta situação é comumente encontrada em instituições de ensino e pesquisa do Brasil (SILVA & CUNHA, 2006). Neste contexto, um fator intrinsecamente relacionado ao crescente emprego de computadores corresponde ao aumento do uso de softwares livres pelas



instituições de ensino e pesquisa brasileiras, o que contribui para a redução dos gastos na aquisição de ferramentas computacionais.

Diversos softwares de computação e simulação numérica estão sendo utilizados neste momento nos diversos cursos de Engenharia no Brasil. Existem diversos trabalhos publicados utilizando softwares proprietário e software livre, bem como destacando sua divulgação (GARROTE & PARRO, 1998; LIMA & LIMA, 2001; PIRES & ROGERS, 2002; MOREIRA & SALVADOR, 2008).

Este artigo relata a implantação do uso de software livre para a disciplina de Princípios de Telecomunicações (ou Princípios de Comunicações, de acordo com a nomenclatura adotada por cada instituição superior de ensino), nos cursos de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e no curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Vitória da Conquista. Neste caso específico, será apresentado o uso do software livre *Ptolemy II*, desenvolvido pela Universidade da Califórnia em Berkeley, Estados Unidos, para a realização de atividades de laboratório para a disciplina mencionada.

## **2 A DISCIPLINA DE PRINCÍPIOS DE TELECOMUNICAÇÕES NA UNIVASF E NO IFBA E NA UNIVASF**

A disciplina de Princípios de Telecomunicações é classificada como matéria de conteúdo essencial à formação dos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica da UNIVASF e do IFBA campus Vitória da Conquista. Os conteúdos essenciais são formados pelo conjunto de conhecimentos comuns a todo engenheiro electricista e da computação, constituindo a base para a sua formação, independentemente da formação profissional específica que possa escolher. Abrangem o estudo de matérias relacionadas à formação profissional geral em Eletricidade/Eletrotécnica, Circuitos Elétricos, Eletrônica, Eletromagnetismo, Comunicações, Materiais Elétricos, Conversão de Energia, Controle e Servomecanismos e Técnicas Digitais.

Perfazendo um total de 75 horas/aula no IFBA campus Vitória da Conquista, a disciplina de Princípios de Comunicações é ministrada conjuntamente com o Laboratório de Princípios de Comunicações, cujo objetivo é o de embasar experimentalmente, em um ambiente de simulação, os assuntos abordados na parte teórica. Já na UNIVASF, no campus Juazeiro, há duas disciplinas correlacionadas: Princípios de Telecomunicações, ofertada pelo Colegiado de Engenharia da Computação; e Princípios de Comunicações, oferecida pelo Colegiado de Engenharia Elétrica. As duas disciplinas oferecem uma carga horária de 60 horas/aula teóricas.

Alguns dos tópicos abordados nas disciplinas Princípios de Comunicações e Princípios de Telecomunicações são:

- Correlação e Densidade Espectral de Potência;
- Transmissão de Sinais;
- Modulação em Amplitude;
- Modulação em Quadratura;



- Modulação em Fase e Frequência;
- Noções de Ruído;
- Introdução às Comunicações Digitais.

### 3 METODOLOGIA

A partir da necessidade de realização das atividades laboratoriais para enfatizar os conteúdos apresentados em sala de aula, abordando experimentos e simulações que possam complementar os tópicos abordados na sala de aula, o Colegiado de Engenharia de Computação da UNIVASF propõe a inserção de algumas horas de simulação computacional dentro da carga horária reservada à disciplina Princípios de Telecomunicações.

Baseado na utilização da plataforma de simulação computacional denominada PTOLEMY, empregada pelo Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no ensino da disciplina Laboratório de Princípios de Comunicações (CARVALHO *et al.*, 2005), estão sendo elaborados alguns experimentos nesta plataforma de simulação, que abordem os conteúdos básicos da teoria de Telecomunicações para realização no Colegiado de Engenharia de Computação da UNIVASF.

O *Ptolemy* é um ambiente de simulação flexível, apropriado para a construção de protótipos. De fato, pode-se dizer que dentro deste ambiente existem vários outros, adequados a cada aplicação (por exemplo, um ambiente para processamento de sinais, outro para modelos de redes de comunicação, entre outros). O *Ptolemy* também é extensível, permitindo aos usuários a criação de novos componentes. Embora quase sempre se utilize um único ambiente, podem-se combinar diversos destes para simulação (CARVALHO *et al.*, 2005).

O software *Ptolemy* pode ser utilizado tanto no ambiente Windows quanto no Linux. O manual completo do *Ptolemy* encontra-se acessível por meio do atalho Documentation, disponível ao se iniciar o programa. No endereço de Internet <http://ptolemy.eecs.berkeley.edu>, obtém-se gratuitamente o que for necessário para trabalhar com o *Ptolemy* (versão Classic, também conhecida como *Ptolemy II*), incluindo um link para execução de download do software. O projeto *Ptolemy* vem sendo coordenado pelo Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley desde o início da década de 1990 (BHATTACHARYYA, S. S. *et al.*, 2004). A versão atualmente disponibilizada pela equipe desenvolvedora do *Ptolemy* é a versão *Ptolemy II 8.0 beta*.

A partir da versão disponibilizada do *Ptolemy*, experimentos relativos à análise espectral de sinais, modulação e demodulação em amplitude (AM) e em frequência (FM) foram elaborados para serem ministrados na disciplina Princípios de Telecomunicações do Colegiado de Engenharia de Computação da UNIVASF (FARIAS *et al.*, 2005), com o intuito de contribuir na assimilação dos conteúdos apresentados em sala de aula por parte dos discentes.

Diante do material compilado pela disciplina Princípios de Telecomunicações da UNIVASF, o curso de Engenharia Elétrica do IFBA Campus Vitória da Conquista está



adequando o guia de experimentos às suas necessidades, para implementação na disciplina Princípios de Comunicações.

#### 4 EXEMPLO DE USO

Para o uso do Ptolemy II na disciplina de Princípios de Comunicações ou Princípios de Telecomunicações, estão programadas as seguintes atividades experimentais:

- Conhecimentos Básicos do Ptolemy II;
- Análise Espectral de Sinais;
- Modulação em Amplitude (AM);
- Demodulação em Amplitude (AM);
- Modulação em Frequência (FM);
- Demodulação em Frequência (FM).

A fim de ilustrar a usabilidade e os resultados obtidos por intermédio de simulações com o *Ptolemy II*, apresenta-se uma das atividades experimentais preparadas para aplicação aos alunos. A atividade escolhida corresponde à simulação de uma modulação em frequência (FM), um dos assuntos obrigatórios no estudo de Comunicações. A modulação em frequência (que, juntamente com a modulação em fase, caracteriza a modulação em ângulo) consiste na variação da frequência da portadora, de acordo com as características da forma de onda do sinal modulante.

Após uma breve introdução teórica, presente em todos os experimentos, passa-se à implementação da simulação. O *Ptolemy II* é inicializado com o comando *enter vergil* ou selecionando *Vergil* no menu principal. Após a abertura da interface gráfica *Vergil*, aparecerá uma janela de inicialização, conforme mostrado na Figura 1.

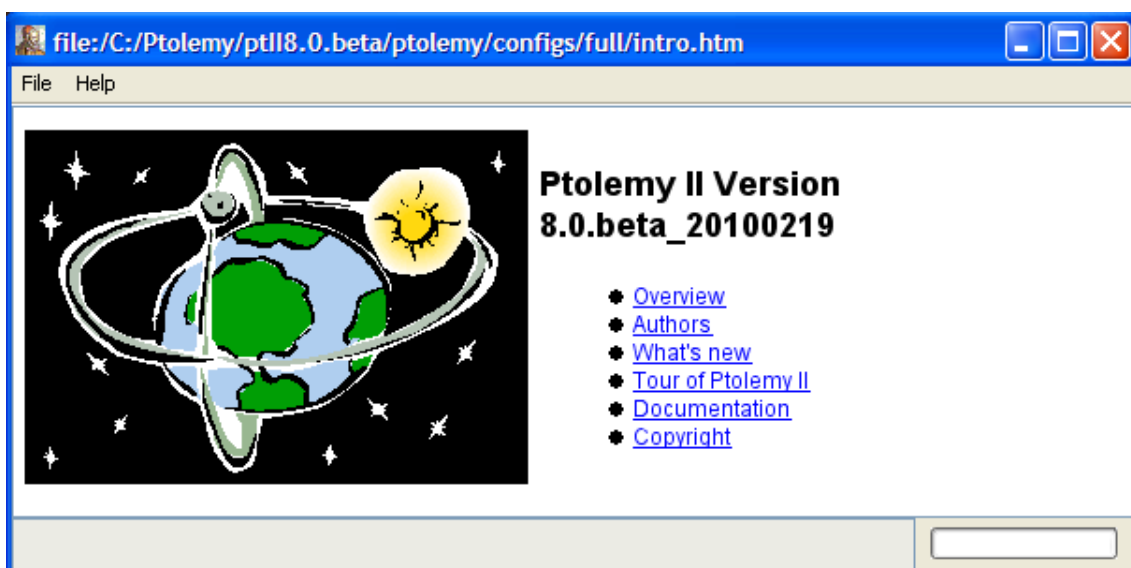


Figura 1: Janela de inicialização do *Ptolemy II*.



No *Directors* encontram-se os domínios do *Ptolemy II*; tais domínios são modelos de computação, que empregam mecanismos diferentes de interações para cada componente. No *Actors* estão os componentes que, agregados e/ou interconectados, constituem um Modelo (BHATTACHARYYA *et al*, 2004).

Para a escolha dos atores, abre-se a biblioteca *Actors* e seleciona-se a sub-biblioteca desejada (*Sources, Logic, Math, Random, etc*) para escolher o ator desejado. Clica-se então sobre o componente escolhido e o mesmo é arrastado sobre a página para a área de trabalho à direita. Cada um dos *actors* pode ser arrastado ao redor da página para melhor posicionamento, conforme apresentado em BHATTACHARYYA *et al* (2004).

Com relação à escolha do *Directors*, localiza-se o domínio SDF e este é posicionado na área de trabalho. O domínio SDF é utilizado em sistemas onde haja um simples fluxo de controle.

A conexão dos elementos é simples: posiciona-se o cursor sobre a porta de saída de um *actor* e arrasta-se o *mouse* até a porta de entrada de outro *actor*; uma simples pressão com o cursor sobre a área de trabalho cria uma conexão entre os atores (CARVALHO *et al*, 2005). A Figura 2 ilustra as etapas descritas.

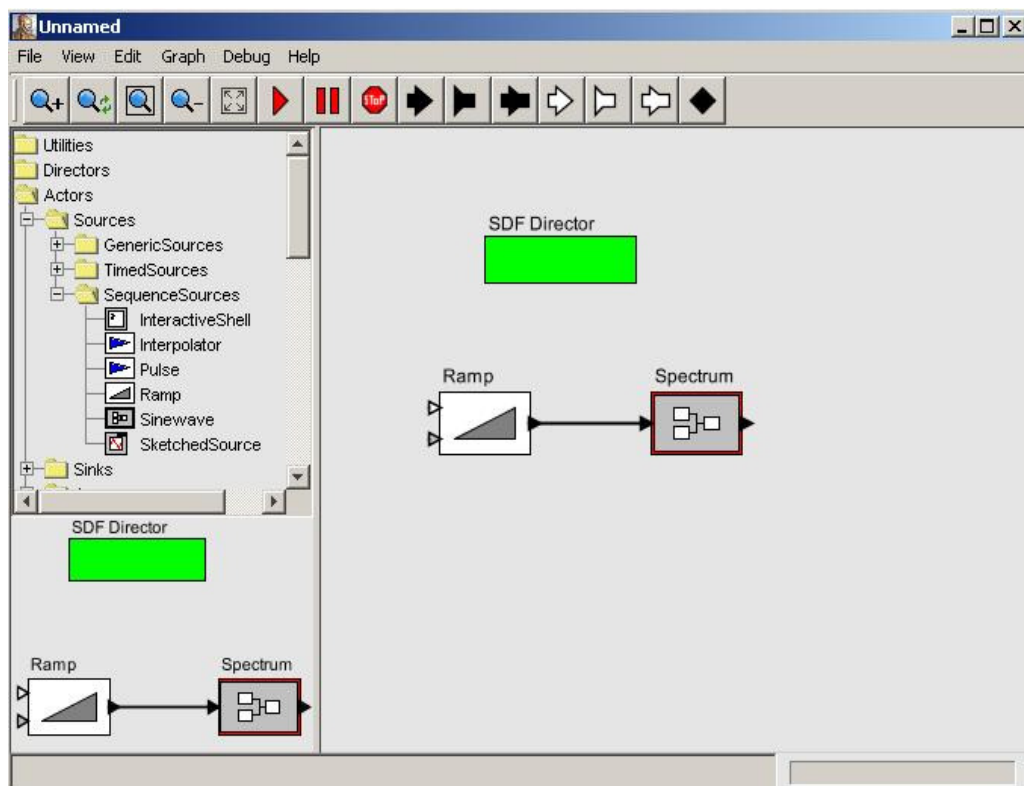


Figura 2: Criando um modelo executável.



Concluída a montagem, de acordo com os procedimentos descritos no guia de experimentos, procede-se à execução do modelo; a partir do menu *View*, seleciona-se o comando *Run Window*. Dentro da janela de parâmetros que surgir, pode-se alterar o número de interações para melhorar a visualização da forma de onda, e em seguida clica-se *Go*. O resultado da simulação é, então, apresentado na tela do computador. A Figura 3 a seguir apresenta um esquema de modulação FM que pode ser implementado através do software *Ptolemy*.

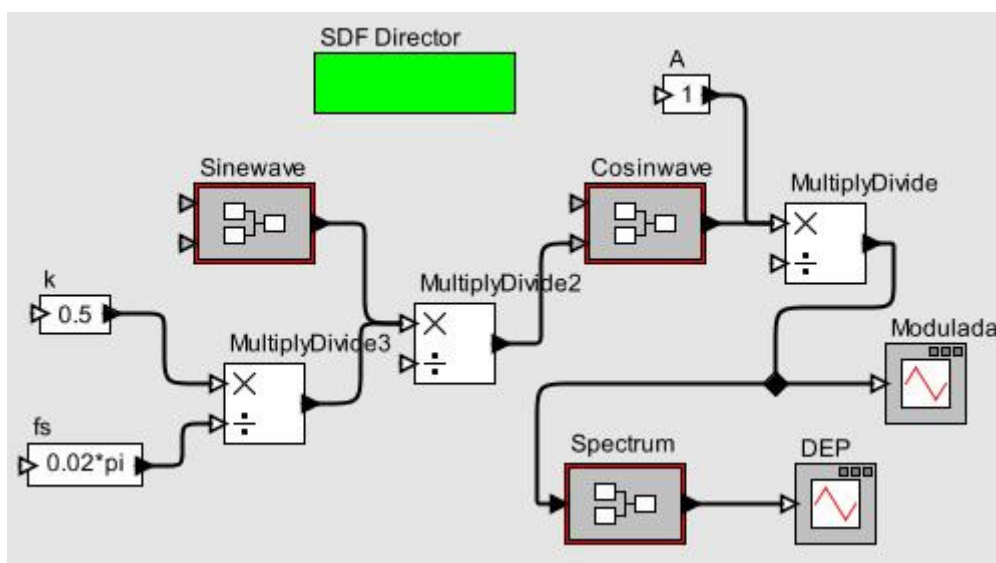


Figura 3: Esquema de modulação FM.

Em seguida, indicam-se os parâmetros adequados à realização da simulação, que devem ser modificados pelos alunos; para tanto, basta executar um duplo clique sobre o *actor* cujo parâmetro deve ser modificado e surgirá a janela que permite as alterações, como apresentado na Figura 4.

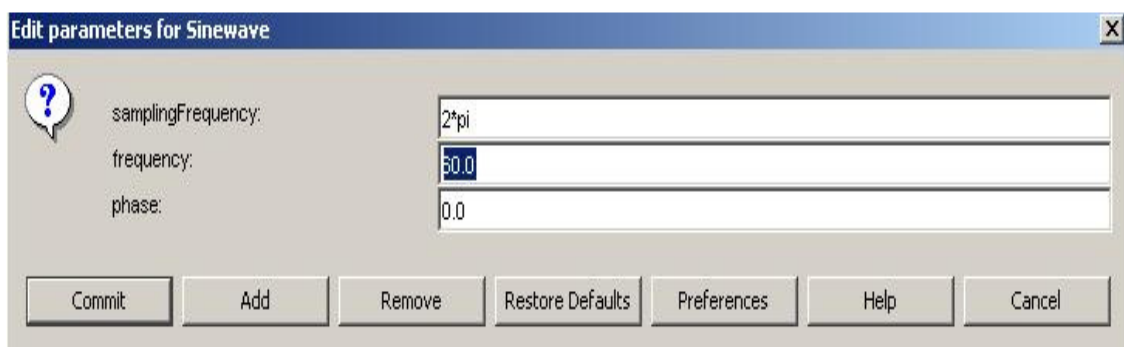


Figura 4: Janela de modificação de parâmetros

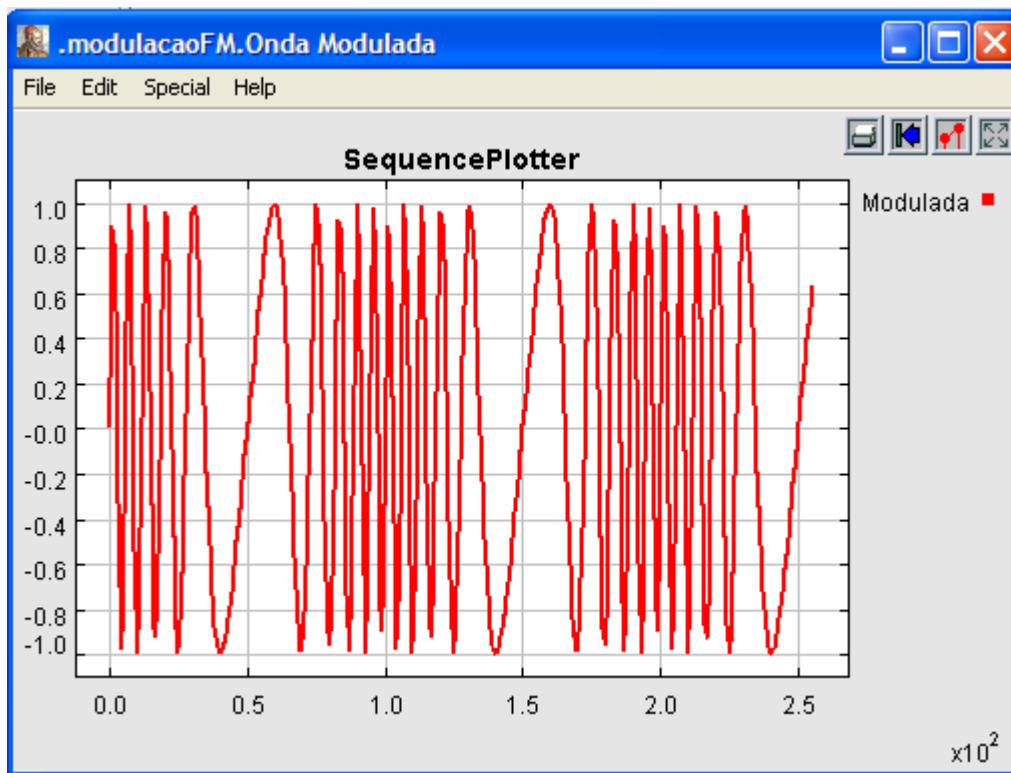


Figura 5: Visualização da forma de onda modulada.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi descrito como o *Ptolemy* está sendo implantado na disciplina Princípios de Telecomunicações do Colegiado de Engenharia da Computação da UNIVASF, além do início da implantação no ensino da disciplina de Princípios de Telecomunicações ou Princípios de Comunicações em ambos os cursos de Engenharia Elétrica do IFBA campus Vitória da Conquista e da UNIVASF. Além das conhecidas vantagens do uso de softwares livres, o experimento descrito neste artigo vem sendo realizado em um laboratório virtual, apresentando resultados bastante satisfatórios e muito próximos daqueles que podem ser obtidos em um laboratório real. Esta ferramenta reflete em um aumento de rendimento da aprendizagem e no desenvolvimento da intuição e do senso crítico dos alunos.

Um próximo passo a ser desenvolvido será o intercâmbio dos guias de experimentos utilizado nas disciplinas de Princípios de Telecomunicações (ou de Comunicações) dos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica da UNIVASF e do IFBA campus Vitória da Conquista, aumentando a integração entre as instituições e gerando novas idéias de experimentos que venham a fortalecer o conhecimento e o aprendizado dos discentes destas instituições através da utilização de softwares livres.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHATTACHARYYA, S. S. et al. **Volume 1: Introduction to Ptolemy II.** Documento versão 4.0.1, referente à versão Ptolemy II 4.0.1, Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação da University of California at Berkeley, 29 de julho de 2004.

BHATTACHARYYA, S. S. et al. **Volume 2: Ptolemy II Software Architecture.** Documento versão 4.0, referente à versão Ptolemy II 4.0, Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação da University of California at Berkeley, 24 de junho de 2004.

BHATTACHARYYA, S. S. et al. **Volume 3: Ptolemy II Domains.** Documento versão 4.0, referente à versão Ptolemy II 4.0, Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação da University of California at Berkeley, 24 de junho de 2004.

CARVALHO, F. B. S et al. **Utilização da Plataforma de Simulação Ptolemy no Ensino da Disciplina Laboratório de Princípios de Comunicações.** In: XXXIII Cobenge, Campina Grande – PB, 2005.

FARIAS, J. E. P., ALBERT, B. B., LOPES, W. T. A., ALENCAR, M. S., JUNIOR, F. M. B., LOPES, A. K. R., SILVA, F. G. S., NEVES, A. D., DANTAS, D. C. A., CARVALHO, F. B. S., CASTRO, E. R. S. **Guia do Laboratório de Princípios de Comunicações.** 3ª atualização, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

GARROTE, M. C. F.; PARRO, V. C. **Laboratório Virtual de Princípios de Comunicação usando software Matlab & Simulink.** In: XXVI Cobenge, São Paulo, 1998.

LIMA, L. A. ; LIMA, A. G. B. . **O uso do software Mathematica nos cursos de graduação em engenharia mecânica: a experiência do DEM / UFPB/ CCT.** In: V- Encontro de Iniciação Científica da Universidade do Vale do Paraíba -INIC 2001., 2001.

MOREIRA, D. T.; SALVADOR, J.A. **Ensino de Cálculo para a Engenharia Química utilizando o Maple V.** In: XXVI Cobenge, São Paulo, 1998.

PIRES, P. S. M.; ROGERS, D. A. **Free/open source software: an alternative for engineering students.** Proc. 32 nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conf., Boston, MA, pp T3G-7-T3G-11, 2002.

SILVA, E. M.; CUNHA, J. P. V. S. **SCILAB, SCICOS e RLTOOL: softwares livres no ensino de Engenharia Elétrica.** CBA 2006, Salvador – BA, 2006.