

## **RHODES: Um Ambiente Virtual de Aprendizagem para Programação Linear**

**Wanderley de Souza Alencar<sup>1</sup>, Emília Alves Nogueira<sup>1</sup>, Marcos Wagner de Souza Ribeiro<sup>1</sup>, Bruno Moraes Rocha<sup>1</sup>, Fabrizzio Alphonsus A. de Melo Nunes Soares<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Caixa Postal 01 – 75.801-615 – Jataí – GO – Brazil

<sup>3</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brazil

{wanderleyalencar, ufg3runo, emiliacdc}@hotmail.com,  
{marcos\_wagner, fsoaresbr}@yahoo.com.br

***Abstract.** This paper discusses a virtual learning environment – called **RHODES** – which provide our customers an intuitive graphical user interface (GUI) with the objective of favoring the process of learning (and teaching) Linear Programming, normally constant theme of Operations Research subject of undergraduate courses.*

***Resumo.** O presente trabalho discorre sobre um ambiente virtual de aprendizagem – denominado de **RHODES** – que disponibiliza interface gráfica e intuitiva com o objetivo de favorecer ao processo de ensino-aprendizagem de Programação Linear, tema normalmente constante do conteúdo programático da disciplina Pesquisa Operacional em cursos de graduação.*

### **1. Introdução**

Em um contexto de grandes mudanças nas áreas de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), é necessário que as instituições educacionais (IEs) – professores e alunos – tornem-se capazes de apreender, abrigar, utilizar e aprimorar estes novos recursos tecnológicos com o propósito de que deles se extraíam benefícios para o processo didático-pedagógico a fim de elevar o nível de aprendizagem dos estudantes. O fato de tornar disponível às IEs recursos provenientes das TICs, mesmo aqueles extremamente sofisticados sob a ótica tecnológica, não permite que se garanta a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem como destaca [CARDOSO 2010].

O presente trabalho propõe a utilização de AVA como recurso de apoio didático-pedagógico para o magistério da disciplina *Pesquisa Operacional* (PO), especificamente no trato do tema denominado de *Programação Linear* (PL).

### **2. Pesquisa Operacional e seu Ensino na Graduação**

A área atualmente conhecida por *Pesquisa Operacional* teve sua gênese como um ramo das Ciências Matemáticas que se dedicou à compreensão, especificação formal, modelagem e resolução de problemas práticos advindos no contexto das operações

militares ocorridas durante a Segunda Grande Guerra Mundial (1939 – 1945), quando comandos militares da Grã-Bretanha e Estados Unidos da América reuniram centenas de cientistas com a tarefa de criar métodos eficientes para a alocação e gestão de recursos escassos: soldados, aviões, porta-aviões, submarinos e alimentos, dentre outros.

Os consecutivos sucessos obtidos na resolução de problemas complexos fez com que a PO se consolidasse e acolhesse conhecimentos de outras ciências que não apenas a Matemática. Em [GASS e ASSAD 2005] obtém-se mais informações históricas e em [RAVRINDRAN 2007] há uma ampla abordagem das subáreas da PO.

O tema da *Programação Linear* está presente na quase totalidade das ementas da disciplina de PO, contemplando pelo menos os seguintes tópicos: elaboração de modelos lineares de otimização para problemas, algoritmos *Simplex* e *Simplex Revisado*, dualidade e algoritmo primal-dual, análise de sensibilidade e programação linear inteira [ACM 2008; SBC 2005].

De forma geral, os recursos metodológicos habitualmente empregados pelos docentes da disciplina ao abordarem a PL estão calcados no trinômio: (1) apresentação da fundamentação teórica; (2) demonstração, por meio de exemplos, de processos de modelagem para problemas – reais ou fictícios; e (3) submissão de atividades práticas que exigem a modelagem e resolução de problemas, que podem ser realizada intra ou extraclasse, por meio do uso de *softwares aplicativos* como o LINDO, LINGO, KNITRO, CPLEX, MINTO, LP\_SOLVER, COIN-OR, dentre outros.

É recorrente afirmar que os atuais estudantes de graduação apresentem certa dificuldade na compreensão dos conceitos de PL. Duas razões para o fato são: (1) inadequada formação Matemática e (2) enorme dificuldade de abstração conceitual. Por isso, a disponibilidade de um AVA com capacidade de proporcionar a *visualização* e interação com os conceitos abordados pode contribuir para a melhoria do processo de aprendizagem destes estudantes. Os exemplos de iniciativas como a dos projetos: JFLAP, em [RODGER *et al* 2009]; jOptimum em [LUCINDO 2006]; e [PÍCCOLO, 2010], é que estimularam os autores a propor o AVA RHODES.

### 3. O AVA RHODES

RHODES é uma proposta de AVA para o tema *Programação Linear (PL)* que emprega uma interface gráfica intuitiva para interação com o aprendiz a fim de lhe proporcionar melhor e maior nível envolvimento com os conceitos vinculados à PL, e como resultado, atingir maior qualidade no processo de ensino-aprendizagem deste tema.

RHODES se propõe contribuir com o docente como ferramenta facilitadora do ensino cobrindo, de forma integrada, a modelagem e resolução de problemas de PL. RHODES manipula simultaneamente o modelo algébrico de um problema de PL, o algoritmo empregado para a sua resolução (apresentado sob a forma de um *tableau Simplex* numa janela independente do AVA) e, de acordo com as características do problema, o gráfico correspondente em duas ou três dimensões.

A resolução do problema no RHODES pode, por escolha instantânea do usuário do ambiente, ser realizada num único passo – a solução final é apresentada

imediatamente – ou na forma “*passo a passo*”, o que permite ao aprendiz a análise detalhada de cada etapa envolvida na resolução daquele problema e, com isso, a apreensão dos conceitos necessários para completo entendimento do problema. Um

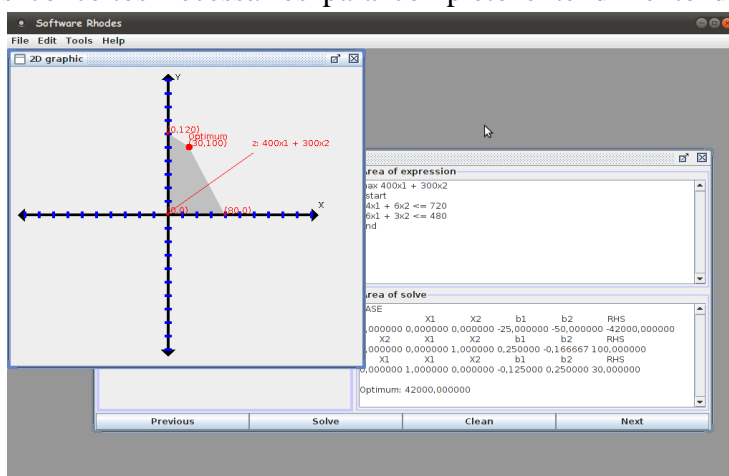


FIGURA 1: Tela principal do Ambiente Virtual de Aprendizagem RHODES.

modelo pode ser fornecido de forma iterativa (numa *janela* do RHODES) ou por meio da “importação” de arquivos do tipo *texto plano*. RHODES implementa os principais algoritmos para programação linear irrestrita, mista ou puramente inteira. A Figura 1 apresenta uma “captura de imagem de tela” do AVA RHODES demonstrando os recursos interativos e imersivos da ferramenta.

Vários pesquisadores apontam que novas tecnologias têm sido criadas para dar suporte ao desenvolvimento de aplicações em Realidade Virtual (RV), como demonstrado em [CARDOSO e LAMOUNIER JÚNIOR 2009]. Neste trabalho foram utilizadas algumas, dentre elas: (1) Linguagem Java (Java 3D) para a manipulação dos objetos virtuais e (2) Linguagens Java (*NetBeans IDE 7.0*) para a implementação dos algoritmos de resolução dos problemas de PL e rotinas de serviço do ambiente.

A arquitetura do sistema foi criada para proporcionar uma visão geral dos módulos que a integram, bem como as interfaces de comunicação envolvidas entre elas: (1) Ambiente Virtual: é constituído das interfaces com o usuário; (2) Módulo de modelagem de problemas: especializado na manipulação dos modelos algébricos e geométricos dos problemas de PL; e (3) Motor JAVA 3D: manipulação e apresentação de gráficos em duas e três dimensões (projeção).

#### 4. Avaliação, Resultados e Conclusões

Atualmente RHODES na fase de ensaios informais, porém sistemáticos, por meio da modelagem e resolução de exemplos constantes em algumas obras de referência empregadas na disciplina de PO em diversos cursos de graduação no país, dentre elas [GOLDBARG e LUNA 2005].

Já foram realizados testes comparativos com mais de duzentos problemas de PL, em que o número de variáveis, tipo e quantidade de restrições envolvidas são variados. Para os problemas que envolvem duas ou três variáveis de decisão, a visualização dos gráficos em 2D (polígonos) e projeção em 3D (poliedros convexos) de forma integrada

aos modelos algébrico e de resolução tem se mostrado ferramenta didático-pedagógica conveniente em testes de laboratório realizados envolvendo pequenos grupos de estudantes. Corroborado pelo sucesso de experiências de AVAs já relatadas neste texto, os autores vislumbram a melhoria do interesse e da aprendizagem dos alunos por meio do uso do RHODES.

## 5. Futuros Trabalhos

Como próximo trabalho – já em desenvolvimento pelos autores – está a inclusão da tecnologia de Realidade Aumentada no AVA RHODES, que propiciará ao aprendiz uma experiência mais intensa, principalmente com os objetos tridimensionais (poliedros convexos), o que o possivelmente o estimulará o uso do ambiente por maiores períodos de tempo e, portanto, proporcionará maior experimentação e aprendizado.

## References

- Association for Computing Machinery and IEEE Computer Society (2008). “Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001”. Disponível em <<http://www.acm.org>>. Acesso em 05 ago 2011.
- CARDOSO, Alexandre. e LAMOUNIER JÚNIOR, E. A. (2009). “Aplicações de RV e RA na Educação e Treinamento”. In: Rosa Maria Costa; Marcos Wagner de S. Ribeiro.. (Org.). Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. 1. ed. Porto Alegre: Editora SBC, v. 01, p. 053-068.
- CARDOSO, Antônio Luiz M. de S. (2010). ”Construção e Difusão Colaborativa do Conhecimento: Um Experiência Construtivista de Educação em Um Ambiente Virtual de Aprendizagem”. 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- GASS, Saul I. & ASSAD, Arjang A. (2005). “An Annotated Timeline of Operations Research: An Informal History (International Series in Operations Research and Management Science)”, 1st. ed., Springer.
- GOLDBARG, Marco e LUNA, Henrique. (2005). “Otimização Combinatória e Programação Linear”, 2a. ed., Campus.
- LUCINDO, Renato P. F. L, *et al.* (2006). “jOptimum: Um Sistema de Otimização”. In: XIV Workshop sobre Educação em Computação (XXVI Congresso da SBC), Campo Grande:SBC, p. 158-167.
- PÍCCOLO, Homero L. (2010). “Ambiente Interativo e Adaptável para Ensino de Programação”. In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, João Pessoa: SBC.
- RAVRINDRAN, A. Ravi (2007). “Operations Research and Management Science Handbook (Operations Research Series)”. CRC Press,
- RODGER, Susan H. *at al.* (2009). “Increasing Engagement in Automata Theory with JFLAP”. In: Fourtieth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, p.403-407.
- Sociedade Brasileira da Computação (2005). “Currículo de Referência da SBC para os Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação”. Disponível em <<http://www.sbc.org.br>>. Acesso em 18 ago 2011.